MN49

Beiträge zur Kenntnis der stimulierenden Wirkung von Holzschutzmitteln auf holzzerstörende Organismen

von

GÜNTER SCHULTZE-DEWITZ

1964

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER STIMULIERENDEN WIRKUNG VON HOLZSCHUTZMITTELN AUF HOLZZERSTÖRENDE ORGANISMEN

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Hamburg

vorgelegt von
Günter Schultze - Dewitz
aus Falkensee

Hamburg 1961

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Genehmigt von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen
Fakultät der Universität Hamburg
auf Antrag von Professor Dr. W. Bavendamm

Hamburg, den 29.11.1961 Professor Dr. C. Kosswig
Dekan

Fotodruck: Mikrokopie G.m.b.H. München 2, Weinstr. 4

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Vorwort	1
2.	Der Begriff Stimulation und vorliegende Ergebnisse bei Pflanzen und Tieren	3
	2.1 Die Stimulation und ihre Definition	3
	2.2 Reize und ihre Auswirkungen auf pflanzliche Mikroorganismen	4
	2.21 Fernwirkung der Wirtspflanzen auf Parasiten und Saprophyten	4
	2.22 Ursachen des positiven Chemotropismus holzzerstörender Pilze gegenüber Holz	4
	2.23 Stimulationserscheinungen	5
	2.24 Wirkung von Ionen auf Fermente	12
	2.3 Reize und ihre Auswirkungen auf Tiere	14
	2.31 Fernwirkung der Wirte auf Parasiten und Nekrophagen	14
	2.32 Anlockung von Insekten und Spinnen durch Pilze	15
	2.33 Anlockung von Insekten durch Holz	15
	2.34 Stimulationserscheinungen	16
3.	Eigene Versuche	20
	3.1 Verwendete Holzschutzmittel	20
	3.2 Verwendete Prüfpilze und Prüftiere	21
	3.3 Versuchsholz, Probengrössen und Erläuterungen zum Versuchsplan	22
	3.31 Probenabmessungen und Verwendung der einzelnen Proben	22
	3.32 Probenverteilungen	23
	3.33 Imprägnierungen	27

Seite

3.4 Einfluss unterschwelliger Konzentrationen auf holzzerstörende Pilze 32

3.41 Mycelwachstum 32

3.411 Horizontalwuchsversuche 32
3.412 Vertikalwuchsversuche 49
3.413 Vergleiche zwischen den beiden Wachstumsmöglichkeiten 62

3.42 Durch Pilzabbau bewirkter Gewichtsverlust des Holzes 64

3.421 Versuche mit Normklötzchen 64
3.422 Versuche mit halben Normklötzchen 68
3.423 Vergleiche zwischen den beiden Versuchsarten 76
3.424 Versuche mit Chelatbildnern und Deutung der Stimulation 77

3.43 Morphologische Veränderungen der Hyphen bei einen Pilzabbau stimulierenden Konzentrationen 83

3.44 Fruchtkörperbildung 100

3.5 Zusätzliche Beobachtungen an holzzerstörenden und Schimmelpilzen 105

3.6 Einfluss unterschwelliger Konzentrationen auf holzzerstörende Insekten 108.

3.61 Wachstum der Hausbockkäferlarven bei unterdosierten Schutzmitteln 108

3.62 Gewichtsverlust der getränkten Holzproben nach Termitenfrass sowie Sterblichkeit der Versuchstiere 113

3.63 Regenerationsvermögen der Termitenprüfgemeinschaften 115

3.64 Beobachtungen an Termitenflagellaten 118

3.7 Diskussion aller Ergebnisse 128

3.8 Zusammenfassung 135

4. Schrifttum 139

1. Vorwort

Bei der Anwendung von Holzschutzmitteln, sei es in vorbeugender Hinsicht oder als Bekämpfungsmassnahme, ist die Kenntnis der vor einem Befall durch Holzzerstörer schützenden beziehungsweise einen Befallsherd abtötenden Konzentrationen Voraussetzung. Leider wird im praktischen Holzschutz nicht immer zuverlässig gearbeitet, und es besteht oft die Tendenz, mit geringeren statt den vorgeschriebenen Mengen an Schutzmitteln auszukommen.

Viele Untersuchungen haben ergeben, dass Gifte in sehr geringen Konzentrationen auf pflanzliche und zum Teil auch auf tierische Organismen wachstumsfördernd wirken. Das vorliegende Thema befasst sich mit der Frage, bei welchen unterschwelligen Konzentrationen einiger, in der Praxis verwendeter Holzschutzmittel sowohl anorganischer als auch organischer Art ähnliche Erscheinungen, wie sie in der medizinischen Hygiene, im Pflanzenschutz und in der Insektenbekämpfung als Folge der Unterdosierung von Giften bekannt sind, auftreten. Einige Forscher auf dem Gebiet des Holzschutzes konnten schon Stimulationserscheinungen bei holzzerstörenden Pilzen durch schwache Schutzmittelkonzentrationen nachweisen. Diese Fragen sind jedoch noch nicht näher untersucht, so dass eine weiterführende Behandlung des ganzen Problems gerechtfertigt erscheint.

Wenn auch die im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Ergebnisse mehr wissenschaftlichen Wert haben, so sollen sie den Holzschutzpraktiker auf die Gefahr hinweisen, die bei unsachgemässer oder gar sparsamer Verwendung von Holzschutzmitteln droht. Es kann, wie weiter hinten ausgeführt werden wird, bei den holzzerstörenden Organismen statt einer angestrebten Abwehr eine physiologisch fördernde Wirkung entstehen.

Die Arbeit wurde in der Abteilung Holzpathologie und Holzschutz des Institutes für Biologie des Holzes der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Reinbek unter der Leitung von Herrn Professor Dr. phil. Werner Bavendamm durchgeführt, und ich möchte ihm an dieser Stelle für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes , für viele nützliche Hinweise und für die Genehmigung der Benutzung seiner Privatbibliothek und Separatesammlung sehr herzlich danken. Mein aufrichtiger Dank gilt ferner Herrn Dr. rer.nat. Hans Schmidt für Schrifttumshinweise und Anleitung zur Anfertigung der Darmabstrichpräparate von Termiten.
Herrn Diplomholzwirt Hubert Willeitner danke ich für wertvolle Hinweise auf dem Gebiet der Schutzmittelprüfverfahren und der technischen Assistentin, Fräulein Elisabeth Wollenberg für die tatkräftige Unterstützung bei manchen Laborversuchen.
Herr Diplombiologe Helmut Hinterberger vom Prüflaboratorium der Deutschen Solvay-Werke AG in Rheinberg bei Duisburg stellte für die Untersuchungen Eigelege des Hausbockkäfers zur Verfügung, wofür ich bestens danke.
Schliesslich möchte ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Bad Godesberg für die Gewährung eines Doktorandenstipendiums und einer Sachbeihilfe meinen Dank aussprechen.

2. Der Begriff Stimulation und vorliegende Ergebnisse bei Pflanzen und Tieren

2.1 Die Stimulation und ihre Definition

Jeder Organismus besitzt hinsichtlich seiner Physiologie einen artspezifischen Ablauf seines Daseins. Beim organischen Leben greifen zwangsläufig viele Faktoren ineinander. Diese können den einzelnen Organismus entsprechend der Umwelt entwicklungs-, ernährungs- und bewegungsphysiologisch fördern oder hemmen. Man spricht heute vielfach von einer Reizphysiologie, womit die Physiologie der Bewegungen gemeint ist. Die einzelnen Organismen sind jedoch entwicklungs-, ernährungs- und bewegungsphysiologisch reizbar, und es lassen sich diese Erscheinungen beim Lebensablauf nicht voneinander trennen.

Durch mechanische, thermische oder chemische Faktoren bedingte Reize können sich innerhalb und auch ausserhalb eines Organismus äussern. Betrachtet man die chemischen Wirkstoffe, so muss hier zwischen Nährstoffwirkung und Stimulation unterschieden werden. Von Nährstoffwirkung kann nach des Verfassers Meinung nur dann gesprochen werden, wenn die Glieder einer chemischen Verbindung - also die bei der Dissoziation auftretenden Ionen - im Stoffwechselprozess selbst und direkt Verwendung finden. Solche Stoffe hingegen, die im Stoffwechsel rein katalysatorische Funktion ausüben, indem sie durch ihre Anwesenheit gewisse Fermente blockieren und damit andere eine grössere Wirksamkeit entfalten lassen, sind als reine Stimulatoren aufzufassen. Man kann die Stimulation allenfalls als eine sekundäre Nährstoffwirkung ansehen.

Die beiden Begriffe Nährstoffwirkung und Stimulation sind vielfach verschmolzen, da der Wirkungseffekt oft-

mals der gleiche ist. Es soll nicht weiter auf den Zweck des Vorhandenseins der Grund- und der Spurenelemente im organischen Leben eingegangen werden. Eine kritische Stellungnahme zu der weiter oben aufgezeigten Begriffsbildung stammt von RIPPEL-BALDES (1952): "Unbedingt zu verwerfen sind nichtssagende Ausdrücke wie Stimulation, Reizwirkung usw., der letztgenannte Begriff da, wo es sich um ernährungsphysiologische Fragen handelt, während er bei reizphysiologischen (Bewegungs-, Erregungs- und Formbildungserscheinungen) einstweilen noch seine Gültigkeit behält."

2.2 Reize und ihre Auswirkungen auf pflanzliche Mikroorganismen

2.21 Fernwirkung der Wirtspflanzen auf Parasiten und Saprophyten

CHOLODNY (1942, 1944) wies nach, dass von höheren Pflanzen gasförmige Substanzen ausströmen, die sowohl im positiven als auch im negativen Sinn niedere Pilze und Bakterien aktivieren. Nicht nur oberirdische Pflanzenteile, wie Blätter und Blüten,können das Wachstum gewisser Mikroorganismen durch die Luft anregen, sondern auch sich unter der Erdgleiche befindende Samen oder Kartoffeln fördern die Tätigkeit von Bakterien und Pilzen.

2.22 Ursachen des positiven Chemotropismus holzzerstörender Pilze gegenüber Holz

Dem vom Holz gebildeten Wirkstoff, welcher einen positiven Chemotropismus des Mycels vieler holzzerstörender Pilze verursacht, widmete sich in einer sehr ausführlichen Arbeit SUOLAHTI (1951). Frisches Holz hat keinen derartigen Wirkstoff, hingegen aber getrocknetes und anschließend wieder befeuchtetes. Der Wirkstoff soll ungesättigte

Fettsäuren als Grundsubstanz besitzen, und er entsteht durch Oxydation während des Trocknungsvorganges, besonders beschleunigt bei Gegenwart von Wärme und Zugabe von Eisensalzen. Neben 23 verschiedenen Holzzerstörern diente für die Untersuchungen hauptsächlich Stereum sanguinolentum.

2.23 Stimulationserscheinungen

Viele Gifte und in grösseren Konzentrationen schädliche Stoffe organischer Herkunft dienen gewissen Mikroorganismen als Kohlenstoffquelle, wenn sie in entsprechenden optimalen Konzentrationen vorliegen. Der mikrobielle Abbau solcher ebengenannter Stoffe sei zwangsläufig in diesem Abschnitt mit genannt, da es sich in vielen Fällen um die gleichen Effekte wie bei der Stimulation handelt.

Die älteste zugängliche Quelle hinsichtlich erster Beobachtungen über die stimulierende Wirkung geringdosierter organischer Stoffe auf das Pflanzenwachstum ist nicht bei H.SCHULZ (1888), wie WOLKENHAUER (1924) annahm, sondern bei RAULIN (1869) zu suchen. Nach seinen Untersuchungen an Aspergillus niger beschleunigen zink- und siliziumhaltige Salze die Entwicklung. Der Gedanke, dass nicht frei bewegliche Pflanzen aller Wahrscheinlichkeit nach chemotropisch reizbar sein dürften, wurde bereits von PFEFFER (1883) geäussert. H.SCHULZ (1888) stellte eine Beschleunigung der durch Saccharomyces verursachten Alkoholgärung durch Beigabe von geringen Mengen Sublimat fest. Ferner stimulieren nach seinen Angaben $5 \cdot 10^{-6}$ % Sublimat und 10^{-5} % Kaliumjodid das Wachstum der Hefepilze. Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass nach LOEW (1892) Azeton für Bakterien und Schimmelpilze eine gute Kohlenstoffquelle ist. Nach MIYOSHI (1894) dienten bei zwei Mucorarten, bei Phycomyces nitens, bei Saprolegnia ferrax und bei den Ascomyceten Penicillium glaucum und Aspergillus niger Dextrin, Rohrzucker und Fleischextrakt als Stimulatoren.

Den ersten Hinweis auf die katalysatorische Eigenschaft von Elementen bei biochemischen Vorgängen scheint PFEFFER (1895) zu geben, indem er sagt: "Die Wirkung des Zinks befähigt anscheinend den Pilz, seine Tätigkeit haushälterischer einzurichten, weil dieser bei der gleichen Menge verbrauchter Nährsalze einen grösseren Ertrag liefert." HUEPPE (zit. von WOLKENHAUER, 1924) schrieb 1896, dass "jeder Körper, der in bestimmten Konzentrationen Protoplasma tötet, in geringerer Menge die Entwicklungstätigkeit aufhebt, in noch geringeren Mengen umgekehrt als Reiz wirkt und die Lebenseigenschaften erhöht." Dies ist vermutlich die älteste Verlautbarung über die verschiedenartige Wirkung innerhalb eines Konzentrationsspektrums von Giften. Einen weiteren Hinweis auf eventuelle chemische Reizwirkungen auf das Wachstum von Aspergillus niger, Penicillium glaucum und Botrytis cinerea seitens einiger Metalle beziehungsweise Metalloide gibt RICHARDS (1897): "Obwohl die Gegenwart gewisser Metallsalze zweifellos dem Wachsthum der Pilze förderlich ist, so bleibt es doch eine offene Frage, ... , ob die Wachsthumssteigerung nicht eher chemischen Reizwirkungen zuzuschreiben ist, als dem normalen Einfluss dieser Salze im Stoffwechsel der Pilze." Und weiter hinten: "Sind Zink-, Silizium- oder andere Salze wirklich für die Ernährung von Aspergillus oder Penicillium erforderlich, so muss ohne sie keine Entwicklung möglich sein. Zur Genüge wurde aber constatirt, dass die in unseren Kulturen benutzten Pilze sich normal in Lösungen entwickelten, die nur Kalium, Magnesium, Eisen, Phosphor, Schwefel, Stickstoff und eine organische Substanz enthalten." RICHARDS (1897) und nach ihm ONO (1900) kamen zu dem gleichen Ergebnis, dass Zink ein typischer Stimulator für Aspergillus ist. Die von RICHARDS bei Aspergillus erzielten höheren Ernten im Trokkengewicht beruhen auf der Beigabe von geringen Mengen Natriumsilikat und Natriumfluorid zu Nährboden.

Schon Anfang unseres Jahrhunderts bediente sich die Landwirtschaft der Halogene Fluor und Jod als Stimulatoren (SUZUKI und ASO , 1903). LOEW (1903) bewirkte bei der Anwendung von $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ bis $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ % Kaliumjodidlösung und $7 \cdot 10^{-3}$ bis $7 \cdot 10^{-4}$ % Natriumfluoridlösung (diese Zahlen sind vom Verfasser umgerechnet) eine Erhöhung des Rettichertrages auf das 2 bis 4-fache gegenüber den Kontrollpflanzen.

Neben Azeton (LOEW, 1892) dienen auch 1 bis 0,1 %ige Lösungen von Methanol (BOKORNY, 1911) und Aethanol (BOKORNY, 1917) als Kohlenstoffquelle für Schimmelpilze. Derartige kleine Gaben von Alkoholen ziehen eine üppige Schimmelpilzvegetation nach sich. Nach BOKORNY (1917) war es bereits v.NÄGELI (Sitzungsber.Münch.Akad.Wiss. vom 5.Juli 1879), der die Assimilation von Aethanol durch Aspergillus niger beobachtete. Nach WATERMAN (1914) stimulieren unterschwellige Phenolgaben Penicillium glaucum mehr als Aspergillus niger, sind also ebenfalls vorzügliche Kohlenstoffquellen. E.G.PRINGSHEIM (1914) sieht in Zinksulfat eine gute Wachstumsförderung für Penicillium luteum, Aspergillus niger und die Mucorarten stolonifer und rhizopodiformis.

Über die Ertragskurven von Giften sagt K.O.MÜLLER (1922): "Wird von sehr geringer Konzentration ausgegangen, so steigt bei Zunahme der Konzentration die Ausbreitungsgeschwindigkeit rasch bis zu einem Optimum, um hierauf langsam wieder abzufallen. Dagegen nimmt die Dichte des Mycels mit steigender Konzentration über jenes Optimum hinaus noch weiter zu." Nach MÜLLERs Untersuchungen ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit in der Nähe des Neutralpunktes am grössten, auch ist sie - die Dichte des Mycels hingegen fast nicht - abhängig von der Temperatur.

WOLPERT (1924) hält für Holzpilze 0,5 % Pepton als einzige geeignete Kohlenstoff- und Stickstoffquelle. GASSNER (1925) erwähnt, dass Quecksilberbeizmittel in zu geringen

Konzentrationen dem Steinbrand Tilletia tritici zu einer weitaus stärkeren Verbreitung verhelfen. $5 \cdot 10^{-4}$ % Zinksulfat vermag nach NIETHAMMER (1927) bei einer nicht bestimmten Saprolegnia-Art stimulierend zu wirken, während BORTELS (1927) fand, dass Zink wohl das vegetative Wachstum von Aspergillus niger fördert, hingegen aber seine Fruktifikation hemmt. BORTELS spricht anscheinend als erster von der Wirkung der Biokatalysatoren. In Übereinstimmung mit BORTELS (1927) fand ROBERG (1928) für Kupfer eine stimulierende Wirkung auf Mycelwachstum und Konidienfruktifikation bei Aspergillus niger.

Die chemische Fernwirkung von begifteten gegenüber den unbehandelten Kontrollklötzchen und ihren Einfluss auf den stärkeren Befall der Kontrollen gegenüber ihrem sonst üblichen Gewichtsverlust beim Befall holzzerstörender Pilze beschrieb J.LIESE (1928). Ähnliche diesbezügliche Angaben machten v.d.BERGE (1934), B.SCHULZE (1939), BAVENDAMM (1953) und GERSONDE (1958). BAVENDAMM (1928) stellte vermutlich als erster eine Stimulation bei echten holzzerstörenden Pilzen durch niedrige Konzentrationen von Tannin und Gallussäure fest. J.LIESE (1931) machte seine ersten Beobachtungen über Stimulationserscheinungen an holzzerstörenden Pilzen nach Anwendung geringer Dosierungen von Holzschutzmitteln. Mit den Zahlenangaben, dass der Kellerschwamm an mit $5 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$ % Natriumfluorid getränktem Holz intensiver als an den Kontrollen wächst und diese zerstört, begründet LIESE seine Feststellung, dass bei allen von ihm verwendeten Mitteln (Basilit extra = Natriumfluorid + Dinitroverbindungen ; Thanalith = Basilit + Arsenverbindungen; Zinksilicofluorid) durch geringe Konzentrationen die Pilztätigkeit stimuliert wird. Lediglich Sublimat kann keine derartige Fernwirkung, wie vorhin (LIESE, 1928) beschrieben, ausüben. Es diffundiert schlecht, weil es sich fester an die Holzfaser anschliesst. J.LIESEs Beobachtungen über die stimulierenden Eigenschaften von Natriumfluorid gegenüber Coniophora cerebella werden von CARTWRIGHT und FINDLAY (1958) bestätigt. Bis zu

einer Dosis von $3{,}5 \cdot 10^{-3}$ % wirkt Kalium fördernd auf die Entwicklung und den Mycelertrag von Aspergillus niger (LOHWIG, 1932). FINDLAY (1934) vermochte mit geringen Gaben von Ammoniumnitrat und mit 1 %iger Peptonlösung die Holzzersetzung zu fördern. Ähnliche Erfolge verzeichneten später HOF (1950) und BAVENDAMM (1956). G.LOHMANN (1934) stellte Ertragskurven von Aspergillus niger auf und kam dabei zu dem Ergebnis, dass über $7 \cdot 10^{-4}$ % Sublimat kein starkes Wachstum mehr stattfindet. Der Wendepunkt seiner Ertragskurve für Sublimat liegt zwischen $6 \cdot 10^{-4}$ und $7 \cdot 10^{-4}$ %. Konzentrationen von $5 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-2} % Arsentrioxyd stimulieren Lenzites trabea und Trametes serialis im Holzabbau, desgleichen 1 bis $4 \cdot 10^{-2}$ % Zinkchlorid und Kupfersulfat Lenzites trabea und Lentinus lepideus in Kiefernsplintholz-Sägemehl (KAUFERT und SCHMITZ,1937). Nikotin ist eine gute Kohlenstoffquelle für Bacterium nicotinobacter (BUCHERER, 1942/1943a), Bacterium nicotianum (BUCHERER, 1942/1943b) und einige Proactinomyceten (v.PLOTHO, 1948).

Bevor zu dem Abschnitt der Fermente und ihrer Aktivierung übergegangen wird, sollen noch die Ergebnisse neueren Datums auf dem Gebiet der Stimulationsforschung Erwähnung finden. So fördern 10^{-1} % Boraxlösung Penicillium notatum (KNIGHT und FRAZIER, 1945), dampfförmiges Thiazol das Wachstum von Phycomyces nitens, Endomyces magnusii und Neurospora crassa (MEISSEL und TROFIMOWA, 1946), Auxine (WENT und THIMANN, 1937; SÖDING, 1952) und die Undekansäure (BURGSTRÖM, 1950) wiederum Penicillium notatum. Nach SUOLAHTI (1951) zeigt Ölsäure auf das Wachstum der Milchsäurebakterien Lactobazillus casei und arabinosus eine deutliche stimulierende Wirkung, ganz besonders bei einer Wasserstoffionen-Konzentration von 5,6 . Der genannte Autor gelangte ferner zu der Feststellung, dass Eisensalze, vornehmlich Ferrosulfat die Entstehung des vom Holz abgegebenen Wirkstoffes (siehe Abschnitt 2.22) kataly-

sieren. Im übrigen sei auf das sehr umfangreiche Schrifttum bei SUOLAHTI (1951) verwiesen, aus dem viele Hinweise auf das Wachstum von Mikroorganismen stimulierende Stoffe hervorgehen. Bei der in den Vereinigten Staaten von Nordamerika für Holzschutzmittelprüfungen vielfach angewendeten Soil-block-Methode konnte DUNCAN (1953) für unterschwellige Mengen öliger Mittel, wie Teeröl, Kupfernaphthenat und Pentachlorphenol eine Förderung der Holzzerstörung beobachtet werden. Nach AKAI und ITOI (1955) förderten Gaben von $12{,}5 \cdot 10^{-6}$ Mol Kupfersulfat das Wachstum von Cochliobolus miyabeanus.

CURRIER (1956) bemerkt: "From dosage-response curves, it is clear that many poisons, even those that are extremely toxic, produce in dilute concentration a growth stimulation. It seems that this may be a quite general principle ... , Furthermore.., in the response-time curve, for a particular lethal concentration, there may be an initial stimulation followed by inhibition." In diesem Zusammenhang darf auf die Bemerkungen TAROCINSKIs (1960) hingewiesen werden. Es wurde von ihm festgestellt, dass Natriumfluorid bis zu 4 %igen Lösungen, mit denen Kiefernsplintholzklötzchen getränkt wurden, gewisse Bläuepilze anlockte. Derartige gleichsinnige Beobachtungen machte, laut mündlicher Mitteilung, auch BAVENDAMM. STILES (1958) erwähnt Brom und Fluor als Stimulatoren von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. WORSHAM et al. (1959) wiesen bei Gaben 5 bis 10 mg/l Wasser für 6-(2-furfuryl)-Aminopurin (Kinetin) eine deutliche Förderung der Keimung des Wurzelparasiten Striga asiatica nach, höhere Konzentrationen hemmten jedoch. Der Pilz Hypochnus (Corticium) wurde bezüglich seines Mycelwachstums durch $5 \cdot 10^{-2}$ %ige 2,4-Dichlorphenoxy-Essigsäure auf einem Reispflanzendekokt stimuliert, wie KURODANI et al. (1959) mitteilen.

Die Wuchsstoff-Forschungen an der Gibberellinsäure haben in den letzten Jahren eine gewisse Bedeutung erlangt.

Nach den Untersuchungen von VAARANA und TARÉN (1959) fördert 10^{-2} % Gibberellinsäure die Sporenkeimung und das Protonema-Wachstum der Moosgattung Dicranum und des Mooses Pogonatum urnigerum. Infiziert man das letztgenannte Moos mit Aspergillus flavus, so tritt eine stärkere Wirkung als bei Applikation der Gibberellinsäure ein, woraus die Verfasser schliessen, dass der letztgenannte Pilz stark gibberellinsäurehaltig sein muss. Wie v.PECHMANN und WUTZ (1960) feststellen konnten, wurde Splintholz einer mit Lupine gedüngten Kiefer stärker als solches einer ungedüngten Kiefer gleichen Standortes von Coniophora cerebella und Poria Vaillantii abgebaut. Die Verfasser meinen, dass dafür die Zellwandbeschaffenheit und eine eventuell geringere Verholzung verantwortlich sein könnten. Aus dem Schrifttum ist aber hinreichend bekannt (BAVENDAMM, 1936, 1956; ZYCHA, 1939), dass Stickstoff das Mycelwachstum vieler holzzerstörender Pilze fördert. Nach FRIES (1960) fördert Nonanal- (Pelargon-Aldehyd)Zusatz zu einem flüssigen Kulturmedium das Wachstum von Stereum sanguinolentum. Andere Holzzerstörer, wie Daedalea unicolor, Polyporus cervinus und applanatus zeigten nur sehr geringe Beeinflussung. Die Untersuchungen von MADHOSINGH (1961) zeigen, dass das Wachstum von Coprinus micaceus und Fusarium oxysporium bei $6 \cdot 10^{-3}$ bis 10^{-2} % Zugabe eines Natriumfluorid, Natriumarsenat, Kaliumbichromat und 2-4-Dinitrophenol enthaltenden Schutzmittelgemisches zum Agar-Nährboden stimuliert wurde. Für diesen Effekt kann nach den Prüfungen der einzelnen Mittel ausschliesslich Natriumfluorid verantwortlich gemacht werden, das auch in Konzentrationen von 10^{-3} bis $5 \cdot 10^{-2}$ % das Wachstum von Lenzites saepiaria förderte.

Schliesslich sei diesem Abschnitt noch die Meinung von RIPPEL-BALDES (1952) beigefügt: "Die fördernde Wirkung eines Giftstoffes braucht im übrigen nicht immer antagonistischer oder sonstiger Natur zu sein, sondern kann auch

dadurch zustande kommen, dass dieser Stoff, falls er organischer Natur ist, einigen Mikroorganismen als verwendbare Kohlenstoffquelle dienen kann, wie es für das Phenol (Carbolsäure), ferner für Nikotin usw. zutrifft."

2.24 Wirkung von Ionen auf Fermente

Schon im voranstehenden Abschnitt wurde auf PFEFFERs Arbeit (1895) hingewiesen. Seine Gedanken, dass Zink den Pilz befähige, seine Tätigkeit "haushälterischer" einzurichten, liefen wahrscheinlich darauf hinaus, gewisse Elemente als Katalysatoren für biochemische Vorgänge verantwortlich zu machen. Erst nach über 30 Jahren findet sich bei BORTELS (1927) der Hinweis, dass die Spurenelemente nicht als direkte Nährstoffe im Stoffwechsel selbst, sondern als Biokatalysatoren des Stoffwechsels indirekt wirken. K.LOHMANN (1931a,b,c) wies nach, dass sowohl das Cofermentsystem der Milchsäurebildung als auch das der alkoholischen Gärung an die Gegenwart eines Magnesiumsalzes gebunden sind. Über die Wirkungsweise der Spurenelemente äussern sich BERNHAUER et al. (1939) wie folgt: "Bei den 34 untersuchten Aspergillus niger-Stämmen zeigte sich in 27 Fällen ein günstiger Einfluss von Mg-Ionen ($9{,}2 \cdot 10^{-2}$ bis $6 \cdot 10^{-2}$) auf die Säurebildung." (siehe BERTRAND und WOLF, 1960, Abschnitt 3.424) "Zumeist konnte ausser der Erhöhung des Säuremaximums auch eine Beschleunigung der Stoffwechselvorgänge beobachtet werden; der Zucker wurde rascher verbraucht und mehr Pilzsubstanz gebildet." Nach der Meinung der genannten Forscher ist Magnesium ein Aktivator der Co-Zymase für die Hefegärung. Auch für die durch lange Dialyse inaktivierte Phosphatase gewinnt es die Wirksamkeit zurück. Und so resümieren BERNHAUER et al.: "Eine Einwirkung auf die Vorgänge bei der Citronensäuregärung ist daher nicht erstaunlich." LOHRMANN (1940) meint: "Man kann auch die Lebensnotwendigkeit eines Stoffes oder Elementes nicht danach bemessen, ob er

unmittelbar in einen organischen Bestandteil des Organismus eingebaut wird;....." Und weiter unten: "Beides, Nährstoffwirkung und Giftwirkung, sind grundsätzlich nicht voneinander zu trennen. Denn jeder Stoff, der den Organismus in irgendeiner Weise physiologisch beeinflusst, vermag diese Wirkung je nach den vorliegenden Bedingungen in positivem oder negativem Sinne auszuüben."

Bei Azotobacter chroococcum kann nach NILSSON, ALM und BURSTRÖM (1942) Magnesium als Aktivator durch Mangan ausgetauscht werden. RIPPEL-BALDES (1947) schreibt: "Nach manchen Vorstellungen, die aber noch keineswegs gesichert sind, soll Eisen den Kohlehydratstoffwechsel, Zink den Eiweißstoffwechsel katalysieren." RIPPEL-BALDES ist der Meinung, dass die Spurenelemente ausschliesslich katalytische Wirkung haben, und er erwähnt Barium, Beryllium, Bor, Jod und Silizium, bei denen fördernde Wirkungen beobachtet worden sind. COCHRANE (1958) meint gleich NILSSON et al. (1942), dass die durch Magnesium aktivierten Fermente (in vitro)oft auch durch Mangan oder andere zweiwertige Ionen ersetzt werden können. Magnesium soll nach seinen Angaben das physiologisch aktivste Metall sein. Über die Wirkung von Spurenelementen äussert sich STILES (1958) wie folgt: "Thus improved growth (on Sinapis alba and Medicago sativa) resulted with Sb, Bi, Ce, W, U, Y, supplied in a concentration of 500 p.p.m., with Cd, La, Pb, Hg, Sn, in a concentration of 100 p.p.m., with Be, Cr, Th, Ti, Vd, Zk, in a concentration of 10 p.p.m., and with Tallium in a concentration of 0,1 p.p.m.
Similar stimulatory effects were observed with the unessential non-metals bromine and fluorine. The explanation of this wide spread stimulatory effect of elements usually regarded as unessentially is not forthcoming. A few of them, for example, Cr, Cd, Hg, are known to activate enzyme systems in animal cells and it is possible that their effect on plant growth may be related to activation of enzymes although their specific presence may not

be necessary for the particular activation."
Eine knappe Formulierung, dass viele Spurenelemente der Hefe an biochemischen Reaktionen, insbesondere als Enzymaktivatoren beteiligt sind, gab kürzlich HAEHN (1960).

Es ist neben dem Ionen-Antagonismus auch ein solcher von organischen Stoffgruppen bekannt. So beruht beispielsweise die bakterizide Wirkung der Sulfonamide auf dem Umtausch der als Bakterienvitamin bekannten p-Aminobenzoesäure (sie ist den Sulfonamiden chemisch verwandt, und es werden die Carboxylgruppe (-COOH) und der Sulfonsäurerest ($-SO_3H$) ausgetauscht), was einer Vitaminmangeltherapie gleichkommt (WAGNER-JAUREGG, 1943).

Die mit diesem speziellen Arbeitsgebiet der Wirkung der Spurenelemente auf Organismen verbundenen Schwierigkeiten kennzeichnet G.LOHMANN (1934) recht zutreffend: "Berücksichtigt man, dass in diesen Fällen Mengen von einigen Hundert Mikrogramm (1 μg = 10^{-3} mg = 1 γ) für 1000 cm^3 Nährlösung zu einer optimalen Entwicklung genügen, also Mengen, die bereits nahe der Grenze der Nachweisbarkeit liegen, so kann man die experimentellen Schwierigkeiten bei der Feststellung der Wirkung eines solchen Stoffes beurteilen."

2.3 Reize und ihre Auswirkungen auf Tiere

2.31 Fernwirkung der Wirte auf Parasiten und Nekrophagen

Eine hinreichend bekannte Tatsache ist die Anlockung von parasitisch lebenden Insekten durch ihrer Oekologie entsprechende Wirte. Hierunter fallen eine grosse Anzahl forstlich schädlicher Insekten, und der Forstschutz macht sich in gewissem Umfange diesen Parasitismus bei einer biologischen Schädlingsbekämpfung zunutze. Die Schlupfwespengattung Rhyssa parasitiert in Sirex-Larven. Es werden beim Eierlegen fast ein Fünftel aller Larven mit dem Ovipositor des Parasiten erreicht, um dieses Bei-

spiel aus dem Gebiet Holzschutz gegen tierische Schädlinge zu erwähnen. Auch tote Tiere vermögen Insekten anzulocken, um ihnen entsprechende Nahrung zu bieten. Der Museumskäfer Anthrenus museorum wird in Insektensammlungen sehr schädlich. Tote Kleinsäuger, wie Maulwürfe, echte Mäuse und dergleichen locken die Totengräber-Käfer (Necrophorus germanicus) an, die die Kadaver nicht nur bestatten, sondern meistens, besonders bei grossen Kadavern, Eier an ihnen ablegen (PORTEVIN,1926).

2.32 Anlockung von Insekten und Spinnen durch Pilze

Die im Rahmen der vorliegenden Dissertation ursprünglich geplanten Schwammkellerversuche mit Holz in Gebrauchsdimensionen wurden insofern zunichte gemacht, als das von den verpilzten Klötzchen und Impf-Agar-Locken auswachsende Mycel der Versuchspilze Coniophora cerebella und Poria Vaillantii nach wenigen Tagen von Collembolen (Apterygoten) und Milben heimgesucht wurde und die genannten Herbivoren sogar die Agarstücke leerfrassen. Diese Beobachtung wurde bereits von GERSONDE und BECKER (1958) gemacht.

2.33 Anlockung von Insekten durch Holz

BECKER (1942) wies nach, dass die Terpene α- und β-Pinen des Kiefernholzes die Weibchen des Hausbockkäfers Hylotrupes bajulus anlocken und sie zur Eiablage veranlassen. Dies ist nach BECKERs Angaben auch beim Mulmbock Ergates faber der Fall. Nach KAUFMANN und SCHUCH (1938) nimmt die Befallsintensität mit dem Alter ab, und BECKER (1942) schlussfolgert hieraus, dass durch Autoxydation des Holzes sogenannte "Alterungsstoffe" entstehen, die dann eine abstossende Wirkung zeigen. Über die Abnahme des Nahrungswertes bei der Alterung wird im nächsten Unterabschnitt 2.34 berichtet.

Nach CHARARAS (1960) werden die Scolytiden Phloesinus bicolor und thuyae durch die Terpene α- und β-Pinen und Limonen der Holzarten Thuja, Cupressus und Juniperus angelockt, desgleichen Leperesinus (Hylesinus) fraxini durch das Fraxin und das Fraxiden der Esche.(Die Arbeit über Fraxin und Fraxiden ist nach den Bemerkungen von CHARARAS noch in Vorbereitung.)

2.34 Stimulationserscheinungen

Ein stimulatorischer Effekt geringer Dosen von chemischen Substanzen anorganischer Natur wurde bisher noch nicht festgestellt. Auch haben die Forschungen über die Wirkung geringdosierter organischer Verbindungen praktisch erst in den letzten 30 Jahren eingesetzt.

Durch die Arbeiten HOBSONs (1935a,b) an der Fliege Lucilia sericata wurde erstmalig die Notwendigkeit des fettlöslichen Cholesterols beim Insektenwachstum festgestellt. Die Untersuchungen van't HOOGs (1936) zeigen nach Zugabe von 10 μg Cholesterol auf 5 ml Nahrungsbrei bei Drosophila melanogaster eine starke Wachstumsförderung. Nach SCHUCHs (1937) Angaben nimmt der Nahrungswert des Kiefern- und Fichtenholzes von aussen nach innen ab, damit, als Kriterium überhaupt, auch die Gewichtszunahme in derartigem Holz gezogener Larven. Auf eine Arbeit von WEISS (1905) hinweisend, nach welcher der Stickstoffgehalt beim Nadelholz von der Stammperipherie zum Mark hin abnimmt, glaubt SCHUCH (1939) eine Proportionalität zwischen dem Eiweissgehalt des Holzes und dem Larvengewicht zu sehen. Eine eindeutige Wachstumsbeschleunigung von Hausbockkäferlarven durch Pepton als zusätzliche Eiweissnahrung im Holz wurde bereits von BECKER (1938) gefunden, wobei sich jüngere und ältere Larven unterschiedlich verhalten. Kohlehydrate vermögen nach BECKER (1942b) nur in niedrigen Konzentrationen (Glucose $2 \cdot 10^{-1}$, Mannose $5 \cdot 10^{-1}$ und $2 \cdot 10^{-1}$, Arabinose $5 \cdot 10^{-1}$und $2 \cdot 10^{-1}$,

die beiden letzten nur im inneren Splint) zu fördern, höhere Konzentrationen wirken schädlich. Ferner wirkt nach den Untersuchungen des genannten Autors Malzextrakt fördernd auf das Larvenwachstum. Erstmalig konnte BECKER (1938) auch nachweisen, dass Hylotrupes-Larven, wenn sie in von den Holzzerstörern Coniophora, Poria und Lenzites angegriffenes Holz gesetzt wurden, in diesem mehr als in gesunden Kontrollen zunahmen. Bei vorangegangener längerer Dauer des Pilzangriffes ist diese Wirkung nicht mehr vorhanden. GÖSSWALD (1939) beschrieb ein Verfahren, wonach durch Anwendung von 3 %iger Diastaselösung - damit werden Kiefernsplint-Klötzchen getränkt - die Heranzucht von Hausbockkäferlarven beschleunigt wurde. Der Verfasser hat während seiner Assistentenzeit im Institut für physikalische Holztechnologie Eberswalde nach diesem Verfahren gearbeitet, und konnte nicht nur einen schnelleren Larvenzuwachs, sondern auch Larvengewichte von fast 800 mg (das Gewicht einer verpuppungsfähigen Hausbockkäferlarve liegt im Durchschnitt bei 250 bis 300 mg) verzeichnen. Leider war die Weiterentwicklung dieser Gigasformen vom Verfasser nicht länger zu verfolgen. Das von SCHUCH (1937) für Hylotrupes-Larven gefundene Nahrungsgefälle von Kiefern- und Fichtenholz von aussen nach innen vermochte BECKER (1942c) für die Holzarten Kiefer, Linde und Pappel und ihren Nahrungswert für die Larven von Anobium punctatum zu bestätigen. Ferner konnte BECKER eine Förderung des Larvenwachstums durch Tyrosin und Diastasepräparate feststellen. Das Wachstum der Raupen der Reismotte Corcyra cephalonica wird durch Thiamin, Riboflavin, Oxypyrid und Biotin beschleunigt (SARMA, 1943, 1944). 0,6 µg Biotin oder 80 µg Riboflavin pro Liter Medium fördern das Wachstum der Moskitolarven (Aedes aegypti) erheblich. Höhere Gaben, wie 50 µg Biotin oder 400 µg Riboflavin pro Liter Medium wirken nicht mehr optimal (TRAGER, 1948; TRAGER und SUBBAROW, 1938). So dienen ebenfalls die Ribonucleinsäure bei

Drosophila melanogaster (VILEE und BISSELL, 1948) und die Indolylessigsäure in einer Konzentration von $5 \cdot 10^{-6}$ beim Ausbrüten von Aedes tribittatus-Eiern (ABDEL-MALEK, 1948) als Stimulantien. Die Imaginalentwicklung von Kalotermes flavicollis wird durch Verfütterung von Lentinusmycel gefördert (BECKER, 1948). Für die Küchenschabe Blatella germanica wird von NOLAND und BAUMANN (1949) das Cholin als der wichtigste wachstumsfördernde Stoff angesehen. Eine fundamentale Entdeckung, um einen Entwicklungs-Stoss künstlich herbeizuführen, machte GOETSCH mit dem Vitamin T. Die erste der diesbezüglichen Publikationen erschien 1946. In einer späteren Arbeit (1949) wird die Entstehung des Vitamin T (dieses ist aus den Faktoren Termitin und Torutilin zusammengesetzt) beschrieben. In der ebengenannten Arbeit sagt GOETSCH wörtlich: "Die gesteigerte Eiweissassimilation kommt bei den einzelnen Tiergruppen natürlich ganz verschieden zum Ausdruck. Bei Insekten kann sie neben der Körpervergrösserung auch eine Veränderung der Kopfproportionen bewirken, ... Bei Vertebraten, wo das Wachstum in weitem Maße von dem hormonalen System reguliert wird, ist derartiges natürlich nicht zu finden. Wohl aber können junge Wirbeltiere in ihrer Entwicklung beschleunigt werden, wie dies bei Amphibien, Hühnern, Mäusen, Kaninchen und jetzt auch bei Kälbern zeigte." Nach KAISER (1949) vermehrt sich bei Applikation von Vitamin T die Anzahl der Eier bei Ameisen.

Spinnmilben werden nach Vermutungen von GASSER (1951) und GROB (1951) durch DDT veranlasst, beschleunigt Eier zu bilden und diese auch schneller abzulegen (siehe auch LÖCHER, 1958). Bei Gaben zwischen 5 mg und 1,7 mg pro Gramm Nahrung zeigt die Arachidonsäure (eine ungesättigte aliphatische Säure mit 4 Doppelbindungen) eine deutliche Wachstumsförderung bei Larven der Mottengattung Ephestia (ROEDER, 1953). BLETCHLY (1959) beobachtete, dass die Larven der Klopfkäfergattung Anobium schneller

an Gewicht zunahmen, wenn er sie in von Moderfäule zersetztes Holz einbaute. Um die Zuchten der Getreidemotte Sitotroga cerelella von Milben freizuhalten, verwendete STEIN (1960) drei verschiedene Acarizide (auf Chlorbenzolsulfonat-Basis), die einmal die Milben abtöteten, zum anderen aber bei den Wirtstieren sowohl eine Stimulation der geschlüpften Tiere (bei allen drei Mitteln) als auch eine solche der Lebensdauer der Imagines (bei zwei Mitteln) gegenüber den Kontrollen bewirkte.

Abschliessend sei zu diesem Abschnitt gesagt, dass es sich nach den bisherigen Beobachtungen über die hochmolekularen Verbindungen in den meisten Fällen um reine Nährstoffe handelt. Untersuchungen über eventuelle, das Wachstum holzzerstörender Insektenlarven stimulierende Eigenschaften von organischen Holzschutzmitteln sind ebensowenig wie solche anorganischer Schutzstoffe bekannt.

3. Eigene Versuche

3.1 Verwendete Holzschutzmittel

Aus der Vielzahl der heute anerkannten Holzschutzmittel wurden vier anorganische und zwei organische Substanzen ausgewählt, die teils als Originalmittel selbst und teils als Grundstoffe für die im Handel befindlichen Mittel dienen. Es sind dies:

1. Natriumfluorid,
2. Quecksilberchlorid (Sublimat),
3. Magnesiumsilicofluorid,
4. ein Hydrogenfluorid,
5. Steinkohlenteeröl nach Reichspostvorschrift und
6. ein Chlornaphthalinpräparat.

Für die Prüfungen mit pflanzlichen Holzschädlingen wurden alle sechs Mittel, für die Prüfungen mit tierischen Holzschädlingen hingegen nur die vier letztgenannten Mittel verwendet.

Zusätzlich zu den Pilzversuchen mit den oben angeführten Holzschutzmitteln wurden solche mit 8-Oxy-Chinolin und Aethylendiaminotetraessigsäure (Titriplex II) als viermonatige Kolleschalenversuche durchgeführt. Über den Grund dieser zusätzlichen Prüfungen wird weiter unten berichtet.

Um den Beginn einer stimulierenden Wirkung der Holzschutzmittel auf die Holzzerstörer verschiedener Art genau zu erfassen, musste das Konzentrationsspektrum möglichst weit gespannt werden. Hierzu wurde die nach der geometrischen Reihe $\sqrt[3]{10}$ (B.SCHULZE, 1940) gebildete und heute allgemein angewendete Konzentrationsstufenreihe benutzt, die für jede Zehnerpotenz die Stufen 7,5 ,5, 4, 3, 2, 1,5 und 1 hat. Dabei wurde jede zweite Stufe ausgelassen. Dies erwies sich als völlig ausreichend, zumal Vorversuche mit interpolierten Konzentrations-Zwischenwerten der obenge-

nannten Reihe keinen schroffen Beginn des prozentualen Gewichtsverlustes der Holzproben zeigten. Selbst bei Hemmwertbestimmungen können "unscharfe" Grenzwerte auf Grund der Dichte der einzelnen Konzentrationsstufen auftreten (B.SCHULZE, G.THEDEN und K.STARFINGER, 1950). Die Konzentrationsspektren der sechs Mittel sind in Abschnitt 3.7 einzeln aufgeführt. Die Konzentrationen wurden alle mit logarithmischen Dezimalexponenten angegeben, wobei 10^0 = 1 %, 10^{-1} = 0,1 %, 10^{-2} = 0,01 %, 10^{-3} = 0,001 % und so fort bedeuten.

3.2 Verwendete Prüfpilze und Prüftiere

Für die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen wurden Normstämme der in den mitteleuropäischen Laboratorien am häufigsten verwendeten holzzerstörenden Pilze

Coniophora cerebella (Pers.) Duby (Keller- oder Warzenschwamm) und

Poria Vaillantii (D.C.) Fr. (Porenschwamm)

herangezogen.

Als Prüftiere dienten die bei Laboratoriumsprüfungen bestens bewährten Larven von

Hylotrupes bajulus L. (Hausbockkäfer) und

die in verschiedenen europäischen Prüfinstituten verwendete Testtermite

Reticulitermes lucifugus Rossi (Italienische Bodentermite).

Die Arbeit mit Termiten erfordert die Beherrschung einer gewissen Technik, da die unter Laboratoriumsbedingungen gehaltenen Tiere sehr empfindlich sind.

3.3 Versuchsholz, Probengrössen und Erläuterungen zum Versuchsplan

Als Versuchsholz diente ausschliesslich Kiefernsplintholz, das aus dem Handel bezogen wurde. Der Faktor der Provenienz blieb hierbei unberücksichtigt.

3.31 Probenabmessungen und Verwendung der einzelnen Proben

Es wurden folgende Proben ausgeformt:

1. Normklötzchen nach DIN 52176, 50 x 25 x 15 mm^3 ,
2. halbe Normklötzchen, 50 x 25 x 6,5 mm^3 ,
3. Viertel-Normklötzchen, 24 x 25 x 6,5 mm^3 und
4. Kleinproben, 1o x 5 x 5 mm^3 .

Die Proben zu 1) gelangten zur Verwendung:

a. für 4-monatige Versuchsdauer bei Angriff holzzerstörender Pilze,
b. für 12-, 6- beziehungsweise 3-monatige Versuchsdauer bei Angriff von Hausbockkäferlarven.

Die Proben zu 2) entstanden durch mittiges Auftrennen (parallel zur grössten Fläche) von Normklötzchen mit einer 2 mm dicken Hobelzahnkreissäge und dienten als Prüflinge:

a. für 2-monatige Versuchsdauer bei Angriff holzzerstörender Pilze,
b. für 2-monatige Frasszwangsversuche mit der Italienischen Bodentermite.

Die Proben zu 3) entstanden durch mittiges Auftrennen (orthogonal zur grössten Seitenkante) von halben Normklötzchen (Proben zu 2)) und dienten:

a. als Anlockklötzchen zur Ermittlung der Wachstumsgeschwindigkeit des Mycels im Horizontal- (Flächen-) versuch,

b. als Anlockklötzchen für die Mycelausbreitung auf Objektträgern für die morphologischen Untersuchungen.

Die Proben zu 4) dienten als Anlockklötzchen zur Ermittlung der Wachstumsgeschwindigkeit des Mycels im Vertikal- (Höhen-) Versuch.

3.32 Probenverteilungen

Die folgenden tabellarischen und graphischen Übersichten über die einzelnen Holzproben geben über die Verteilung hinreichend Auskunft, wobei bemerkt werden muss, dass letztere zufällig ist. Wie Tabelle 1 veranschaulicht, ist die Variationsbreite der Darrgewichte der Normklötzchen gross, jedoch ist die Verteilung der einzelnen Proben auf die Gewichtsklassen für jedes Mittel relativ gerecht. Die gesamte Häufigkeitsverteilung gibt Bild 1 wieder. Tabelle 2 lässt, dies ist besonders bei den Proben für Termitenversuche der Fall, eine grössere Streuung erkennen. Die gesamte Häufigkeitsverteilung der Gewichte der halben Normklötzchen geht aus Bild 2 hervor. Bei den Pilzangriff-Versuchen wurde mit 2 Parallelen, bei den Termitenversuchen mit 3 Parallelen gearbeitet. Die Anlockklötzchen wurden wichtemässig nicht fixiert.

Tabelle 1 . Häufigkeiten der Darrgewichte der Normklötzchen

Holzzerstörer und Mittel	Gewichte in Gramm 7,70 – 8,39	8,40 – 9,09	9,10 – 9,79	9,80 – 10,49	10,50 – 11,19	11,20 – 11,89	Σ
Coniophora							
NaF	1	8	7	6	2	-	24
Kontrollen	1	7	7	8	1	-	24
$HgCl_2$	4	8	4	6	2	-	24
Kontrollen	1	12	4	7	-	-	24
$MgSiF_6$	-	10	5	8	1	-	24
Kontrollen	2	10	3	8	1	-	24
KFHF	2	7	6	7	2	-	24
Kontrollen	1	10	4	9	-	-	24
Teeröl	2	12	2	8	-	-	24
Kontrollen	1	13	5	5	-	-	24
Chlornaphth.	6	6	4	5	3	-	24
Kontrollen	3	15	2	3	1	-	24
8-Oxychinolin	1	3	11	15	2	-	32
Kontrollen	1	4	12	13	2	-	32
Titriplex II	1	5	6	2	14	2	30
Kontrollen	1	3	13	11	1	1	30
Poria							
NaF	2	8	8	6	-	-	24
Kontrollen	1	7	8	8	-	-	24
$HgCl_2$	4	10	7	2	1	-	24
Kontrollen	2	7	7	8	-	-	24
$MgSiF_6$	2	11	8	3	-	-	24
Kontrollen	5	4	8	7	-	-	24
KFHF	1	11	10	2	-	-	24
Kontrollen	8	8	5	3	-	-	24
Teeröl	-	11	6	7	-	-	24
Kontrollen	12	6	2	4	-	-	24
Chlornaphth.	1	8	7	8	-	-	24
Kontrollen	6	4	8	2	4	-	24
8-Oxychinolin	1	2	10	15	3	1	32
Kontrollen	1	2	20	6	3	-	32
Titriplex II	1	2	16	6	5	-	30
Kontrollen	-	6	11	4	9	-	30
Hausbock-Larven							
$MgSiF_6$	11	10	13	9	1	-	44
KFHF	3	13	14	11	2	-	43
Teeröl	5	15	14	6	1	-	41
Chlornaphth.	8	12	8	10	2	-	40
Kontrollen	1	2	12	3	-	-	18
	103	292	297	251	63	4	1010

Tabelle 2 . Häufigkeiten der Darrgewichte der halben Normklötzchen

Holzzerstörer und Mittel	Gewichte in Gramm 3,75 – 3,99	4,00 – 4,24	4,25 – 4,49	4,50 – 4,74	4,75 – 4,99	5,00 – 5,24	5,25 – 5,49	Σ
Coniophora								
NaF	-	1	6	9	6	-	2	24
Kontrollen	-	2	1	3	8	6	4	24
$HgCl_2$	-	-	3	4	9	7	1	24
Kontrollen	-	1	4	9	9	1	-	24
$MgSiF_6$	-	-	-	9	13	2	-	24
Kontrollen	-	5	2	9	8	-	-	24
KFHF	-	-	-	6	8	5	5	24
Kontrollen	-	-	2	7	11	4	-	24
Teeröl	-	-	-	5	9	8	2	24
Kontrollen	-	-	5	9	6	4	-	24
Chlornaphth.	-	-	4	15	2	3	-	24
Kontrollen	-	-	-	2	10	9	3	24
Poria								
NaF	-	-	-	-	11	10	3	24
Kontrollen	-	-	2	12	9	1	-	24
$HgCl_2$	-	-	1	-	17	6	-	24
Kontrollen	-	-	-	7	7	5	5	24
$MgSiF_6$	-	-	-	5	5	10	4	24
Kontrollen	-	-	-	9	14	1	-	24
KFHF	-	-	-	16	7	1	-	24
Kontrollen	-	-	-	1	9	12	2	24
Teeröl	-	-	-	4	8	10	2	24
Kontrollen	-	-	5	10	7	2	-	24
Chlornaphth.	-	-	5	14	4	1	-	24
Kontrollen	-	-	-	3	10	10	1	24
Termiten								
$MgSiF_6$	9	-	2	2	11	5	7	36
KFHF	6	3	2	2	15	5	3	36
Teeröl	2	-	2	6	10	8	8	36
Chlornaphth.	-	-	2	8	13	9	4	36
Kontrollen	1	1	-	-	1	-	1	4
	18	13	48	186	257	145	57	724

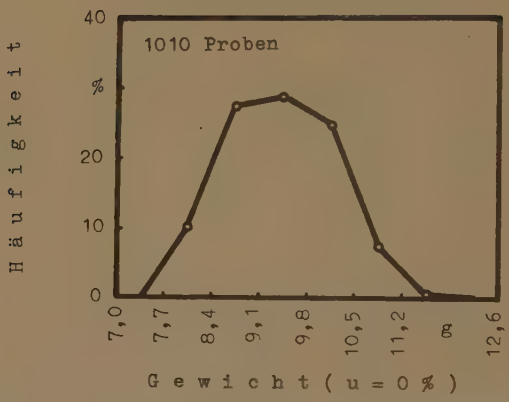


Bild 1. Häufigkeitsverteilung der Darrgewichte der Normklötzchen

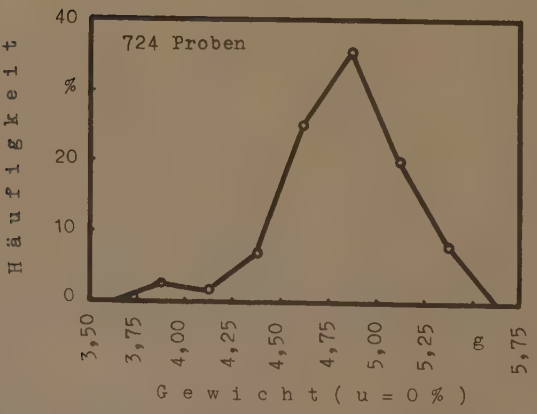


Bild 2. Häufigkeitsverteilung der Darrgewichte der halben Normklötzchen

3.33 Imprägnierungen

Die Tränkungen des Versuchsholzes erfolgten mit geringen Abweichungen in Anlehnung an DIN 52176. Bei den wasserlöslichen Mitteln wurde ein Vakuum von 0,7 atm., bei den öligen und mit Azeton verdünnten ein solches von 0,55 atm. angewendet. Von allen gewichtsmässig fixierten Proben wurden die Aufnahmemengen der Tränklösungen gravimetrisch bestimmt und in Kilogramm je Kubikmeter umgerechnet. Die Tabellen 3 und 4 geben über die Verteilung der einzelnen Aufnahmemengen, in Mittel und jeweilige Lösungskonzentrationen gestaffelt, hinreichend Auskunft.

Tabelle 3 . Aufnahmemengen der Holzschutzmittel und der Chemikalien für die zusätzlichen Versuche bei Normklötzchen in kg/m^3

Mittel	Konzentration (%)	Anzahl der Klötzchen	Aufnahme Minimum	Aufnahme Durchschnitt	Aufnahme Maximum
Natrium-fluorid	$1{,}5\cdot10^{-1}$	4	9,3	9,53	$9{,}8\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	4	4,7	4,75	$4{,}8\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	4	2,5	2,53	$2{,}6\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	4	1,3	1,30	$1{,}3\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	4	6,3	6,40	$6{,}5\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	4	3,2	3,25	$3{,}3\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	4	2,0	2,03	$2{,}1\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	4	1,0	1,00	$1{,}0\cdot10^{-2}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	4	4,8	5,03	$5{,}2\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	4	2,7	2,70	$2{,}7\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	4	1,3	1,35	$1{,}4\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	4	6,5	6,75	$7{,}0\cdot10^{-4}$
Sublimat	$1{,}5\cdot10^{-1}$	4	6,8	7,95	$9{,}0\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	4	3,4	4,03	$4{,}7\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	4	1,7	2,20	$2{,}4\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	4	0,9	1,05	$1{,}1\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	4	4,3	5,60	$6{,}1\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	4	2,2	2,45	$2{,}9\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	4	1,9	1,98	$2{,}0\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	4	0,9	0,98	$1{,}0\cdot10^{-2}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	4	4,9	5,05	$5{,}2\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	4	2,7	2,73	$2{,}8\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	4	1,3	1,35	$1{,}4\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	4	6,7	6,85	$6{,}9\cdot10^{-4}$

Fortsetzung von Tabelle 3

Mittel	Konzentration (%)	Anzahl der Klötzchen	Aufnahme Minimum	Aufnahme Durchschnitt	Aufnahme Maximum
Magnesium-silicofluorid	$1{,}5\cdot10^{-1}$	6	8,9	9,32	$9{,}6\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	6	4,6	4,75	$4{,}9\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	6	2,6	2,62	$2{,}7\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	6	1,3	1,32	$1{,}4\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	6	6,6	6,67	$6{,}8\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	10	3,2	3,30	$3{,}4\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	9	1,8	1,92	$2{,}0\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	6	1,0	1,00	$1{,}0\cdot10^{-2}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	9	4,9	4,98	$5{,}1\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	10	2,5	2,63	$2{,}7\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	10	1,3	1,32	$1{,}4\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	8	6,6	6,75	$7{,}0\cdot10^{-4}$
Hydrogenfluorid	$1{,}5\cdot10^{-1}$	6	9,4	9,52	$9{,}6\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	6	4,6	4,73	$4{,}8\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	6	2,5	2,52	$2{,}6\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	6	1,2	1,28	$1{,}3\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	8	5,9	6,51	$7{,}0\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	9	3,2	3,29	$3{,}5\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	8	1,7	1,93	$2{,}2\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	7	0,8	0,97	$1{,}0\cdot10^{-2}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	10	3,8	4,77	$5{,}1\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	7	2,1	2,64	$3{,}0\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	9	1,1	1,29	$1{,}5\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	9	5,0	6,28	$7{,}3\cdot10^{-4}$
Steinkohlenteeröl	$1\cdot10^{0}$	6	2,6	2,78	$3{,}1\cdot10^{0}$
	$5\cdot10^{-1}$	6	1,3	1,62	$2{,}5\cdot10^{0}$
	$3\cdot10^{-1}$	7	1,0	1,04	$1{,}2\cdot10^{0}$
	$1{,}5\cdot10^{-1}$	7	4,3	4,90	$5{,}6\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	8	2,1	2,63	$3{,}0\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	8	1,4	1,56	$1{,}8\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	9	4,9	7,09	$8{,}8\cdot10^{-2}$
	$1\cdot10^{-2}$	8	3,0	3,46	$4{,}4\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	9	1,3	1,72	$2{,}1\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	8	0,8	1,08	$1{,}3\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	7	3,9	4,97	$6{,}4\cdot10^{-3}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	6	2,3	2,80	$3{,}3\cdot10^{-3}$

Fortsetzung von Tabelle 3

Mittel	Konzentration (%)	Anzahl der Klötzchen	Aufnahme Minimum	Aufnahme Durchschnitt	Aufnahme Maximum
Chlornaphthalin	$2 \cdot 10^{0}$	6	5,3	6,47	$9,0 \cdot 10^{0}$
	$1 \cdot 10^{0}$	6	2,8	3,38	$3,9 \cdot 10^{0}$
	$5 \cdot 10^{-1}$	6	1,4	1,60	$1,9 \cdot 10^{0}$
	$3 \cdot 10^{-1}$	6	0,8	1,03	$1,4 \cdot 10^{0}$
	$1,5 \cdot 10^{-1}$	10	4,2	5,65	$6,8 \cdot 10^{-1}$
	$7,5 \cdot 10^{-2}$	10	2,5	2,91	$3,5 \cdot 10^{-1}$
	$4 \cdot 10^{-2}$	8	1,0	1,11	$2,1 \cdot 10^{-1}$
	$2 \cdot 10^{-2}$	7	5,1	6,80	$9,7 \cdot 10^{-2}$
	$1 \cdot 10^{-2}$	8	2,6	3,41	$4,7 \cdot 10^{-2}$
	$5 \cdot 10^{-3}$	8	1,2	1,64	$1,9 \cdot 10^{-2}$
	$3 \cdot 10^{-3}$	7	0,8	0,94	$1,3 \cdot 10^{-2}$
	$1,5 \cdot 10^{-3}$	6	3,8	4,55	$6,3 \cdot 10^{-3}$
8-Oxy-Chinolin	$1 \cdot 10^{-1}$	4	6,4	6,50	$6,7 \cdot 10^{-1}$
	$5 \cdot 10^{-2}$	4	2,7	3,05	$3,3 \cdot 10^{-1}$
	$3 \cdot 10^{-2}$	4	1,9	1,93	$2,0 \cdot 10^{-1}$
	$1,5 \cdot 10^{-2}$	4	9,5	9,68	$10,0 \cdot 10^{-2}$
	$7,5 \cdot 10^{-3}$	4	4,7	4,83	$5,0 \cdot 10^{-2}$
	$4 \cdot 10^{-3}$	4	2,6	2,63	$2,7 \cdot 10^{-2}$
	$2 \cdot 10^{-3}$	4	1,3	1,30	$1,3 \cdot 10^{-2}$
	$1 \cdot 10^{-3}$	4	6,2	6,38	$6,6 \cdot 10^{-3}$
	$5 \cdot 10^{-4}$	4	3,1	3,18	$3,2 \cdot 10^{-3}$
	$3 \cdot 10^{-4}$	4	1,9	1,93	$2,0 \cdot 10^{-3}$
	$1,5 \cdot 10^{-4}$	4	9,1	9,38	$9,6 \cdot 10^{-4}$
	$7,5 \cdot 10^{-5}$	4	4,9	4,98	$5,2 \cdot 10^{-4}$
	$4 \cdot 10^{-5}$	4	2,5	2,58	$2,6 \cdot 10^{-4}$
	$2 \cdot 10^{-5}$	4	1,3	1,30	$1,3 \cdot 10^{-4}$
	$1 \cdot 10^{-5}$	4	6,3	6,40	$6,6 \cdot 10^{-5}$
	$5 \cdot 10^{-6}$	4	3,1	3,28	$3,4 \cdot 10^{-5}$
Aethylendiaminotetraessigsäure	$1,5 \cdot 10^{-1}$	4	8,7	8,93	$9,1 \cdot 10^{-1}$
	$7,5 \cdot 10^{-2}$	4	4,5	4,53	$4,6 \cdot 10^{-1}$
	$4 \cdot 10^{-2}$	4	2,3	2,35	$2,4 \cdot 10^{-1}$
	$2 \cdot 10^{-2}$	4	1,1	1,18	$1,2 \cdot 10^{-1}$
	$1 \cdot 10^{-2}$	4	5,7	5,93	$6,2 \cdot 10^{-2}$
	$5 \cdot 10^{-3}$	4	2,8	2,88	$2,9 \cdot 10^{-2}$
	$3 \cdot 10^{-3}$	4	1,7	1,78	$1,9 \cdot 10^{-2}$
	$1,5 \cdot 10^{-3}$	4	8,6	8,95	$9,3 \cdot 10^{-3}$
	$7,5 \cdot 10^{-4}$	4	4,3	4,38	$4,4 \cdot 10^{-3}$
	$4 \cdot 10^{-4}$	4	2,2	2,35	$2,4 \cdot 10^{-3}$
	$2 \cdot 10^{-4}$	4	1,1	1,10	$1,1 \cdot 10^{-3}$
	$1 \cdot 10^{-4}$	4	4,8	5,40	$5,8 \cdot 10^{-4}$
	$5 \cdot 10^{-5}$	4	2,4	2,60	$2,8 \cdot 10^{-4}$
	$3 \cdot 10^{-5}$	4	1,6	1,68	$1,7 \cdot 10^{-4}$
	$1,5 \cdot 10^{-5}$	4	7,5	7,78	$8,0 \cdot 10^{-4}$

Tabelle 4 . Aufnahmemengen der Holzschutzmittel bei halben Normklötzchen in kg/m³

Mittel	Konzentration (%)	Anzahl der Klötzchen	Aufnahme Minimum	Aufnahme Durchschnitt	Aufnahme Maximum
Natrium-fluorid	$1{,}5\cdot10^{-1}$	4	9,3	9,63	$9{,}8\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	4	4,7	4,88	$5{,}1\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	4	2,6	2,75	$2{,}8\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	4	1,2	1,28	$1{,}3\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	4	6,3	6,65	$7{,}1\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	4	3,1	3,33	$3{,}5\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	4	1,9	2,05	$2{,}2\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	4	1,0	1,05	$1{,}1\cdot10^{-2}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	4	4,6	5,10	$5{,}5\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	4	2,5	2,63	$2{,}8\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	4	1,3	1,38	$1{,}5\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	4	6,6	6,95	$7{,}4\cdot10^{-4}$
Sublimat	$1{,}5\cdot10^{-1}$	4	7,6	8,60	$9{,}2\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	4	4,1	4,50	$4{,}9\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	4	2,0	2,25	$2{,}6\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	4	0,9	1,05	$1{,}2\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	4	5,4	5,83	$6{,}4\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	4	2,6	2,95	$3{,}1\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	4	1,8	1,93	$2{,}1\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	4	1,0	1,00	$1{,}0\cdot10^{-2}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	4	4,9	5,00	$5{,}1\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	4	2,3	2,65	$2{,}9\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	4	1,2	1,33	$1{,}4\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	4	6,4	6,88	$7{,}3\cdot10^{-4}$
Magnesium-silico-fluorid	$1{,}5\cdot10^{-1}$	7	7,6	9,63	$10{,}8\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	7	3,9	4,83	$5{,}3\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	7	2,6	2,74	$2{,}9\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	7	1,3	1,37	$1{,}5\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	7	6,1	6,72	$7{,}1\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	7	3,3	3,49	$3{,}7\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	7	1,9	1,94	$2{,}0\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	7	0,9	0,97	$1{,}1\cdot10^{-2}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	7	4,4	4,86	$5{,}2\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	7	2,5	2,73	$3{,}0\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	7	1,2	1,33	$1{,}4\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	7	6,4	7,03	$8{,}3\cdot10^{-4}$

Fortsetzung von Tabelle 4

Mittel	Konzentration (%)	Anzahl der Klötzchen	Aufnahme Minimum	Aufnahme Durchschnitt	Aufnahme Maximum
Hydrogenfluorid	$1{,}5\cdot10^{-1}$	7	9,6	10,17	$11{,}0\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	7	4,7	5,00	$5{,}7\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	7	2,5	2,61	$2{,}8\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	7	1,2	1,34	$1{,}5\cdot10^{-1}$
	$1\cdot10^{-2}$	7	5,6	6,51	$7{,}2\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	7	3,2	3,36	$4{,}0\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	7	1,4	1,93	$2{,}3\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	7	6,9	8,56	$10{,}0\cdot10^{-3}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	7	3,4	4,46	$5{,}4\cdot10^{-3}$
	$4\cdot10^{-4}$	7	1,8	2,21	$2{,}8\cdot10^{-3}$
	$2\cdot10^{-4}$	7	0,9	1,13	$1{,}4\cdot10^{-3}$
	$1\cdot10^{-4}$	7	4,4	5,24	$6{,}7\cdot10^{-4}$
Steinkohlenteeröl	$1\cdot10^{0}$	7	2,2	3,66	$5{,}4\cdot10^{0}$
	$5\cdot10^{-1}$	7	1,4	1,81	$2{,}8\cdot10^{0}$
	$3\cdot10^{-1}$	7	1,0	1,13	$1{,}3\cdot10^{0}$
	$1{,}5\cdot10^{-1}$	7	4,5	5,31	$6{,}0\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	7	2,6	2,73	$3{,}0\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	7	1,4	1,47	$1{,}6\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	7	6,8	7,43	$8{,}2\cdot10^{-2}$
	$1\cdot10^{-2}$	7	3,4	3,56	$3{,}9\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	7	1,5	1,79	$2{,}0\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	7	0,8	1,04	$1{,}2\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	7	5,3	5,67	$6{,}6\cdot10^{-3}$
	$7{,}5\cdot10^{-4}$	7	2,4	2,76	$3{,}1\cdot10^{-3}$
Chlornaphthalin	$2\cdot10^{0}$	7	6,1	7,36	$8{,}5\cdot10^{0}$
	$1\cdot10^{0}$	7	3,2	3,64	$4{,}1\cdot10^{0}$
	$5\cdot10^{-1}$	7	1,4	1,74	$1{,}9\cdot10^{0}$
	$3\cdot10^{-1}$	7	0,7	1,06	$1{,}2\cdot10^{0}$
	$1{,}5\cdot10^{-1}$	7	4,8	5,61	$6{,}2\cdot10^{-1}$
	$7{,}5\cdot10^{-2}$	7	2,4	2,80	$3{,}0\cdot10^{-1}$
	$4\cdot10^{-2}$	7	0,9	1,34	$1{,}7\cdot10^{-1}$
	$2\cdot10^{-2}$	7	4,7	6,63	$7{,}8\cdot10^{-2}$
	$1\cdot10^{-2}$	7	2,9	3,33	$3{,}6\cdot10^{-2}$
	$5\cdot10^{-3}$	7	1,5	1,84	$2{,}0\cdot10^{-2}$
	$3\cdot10^{-3}$	7	0,8	1,06	$1{,}2\cdot10^{-2}$
	$1{,}5\cdot10^{-3}$	7	4,9	5,41	$6{,}0\cdot10^{-3}$

3.4 Einfluss unterschwelliger Konzentrationen auf holzzerstörende Pilze

3.41 Mycelwachstum

Um die von unterschwelligen Giftkonzentrationen ausgehenden Reizwirkungen auf holzzerstörende Pilze hinreichend zu erfassen, sind nicht nur stoffwechselphysiologische Untersuchungen, sondern auch eine Klärung der Physiologie der Bewegungen und Formbildungen erforderlich. Bei einem Pilzbefall sieht man zuerst nur das Oberflächenmycel und eventuell einige Fruchtkörper. Aus diesem Grunde werden die Untersuchungen über den positiven Chemotropismus des Mycels denjenigen über die Abbautätigkeit holzzerstörender Pilze vorangestellt.

Pilzmycelien benötigen für ihr Wachstum eine Unterlage, die aus Holz oder sonstigen Substraten bestehen kann. Die Ermittlung der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Mycels erfolgte bisher in fast allen Fällen auf horizontaler Ebene. Da aber die holzzerstörenden Pilze erfahrungsgemäss Mauerwerk in dreidimensionaler Art und Weise durchwachsen, wurden neben den horizontalen auch vertikale Mycelwuchsversuche gemacht.

3.411 Horizontalwuchsversuche

Wie die eher bekannten und erforschten Mikropilze wurden bislang auch die echten holzzerstörenden Pilze in Petrischalen auf geeigneten Nährböden beobachtet. Die zu untersuchenden Substanzen konnten entweder dem Nährboden selbst zugegeben werden, oder es wurde Holz mit entsprechenden Lösungen imprägniert und auf den Nährboden der Petrischalen gelegt. Neben den Wachstumsvergleichen, die in den meisten Fällen nur in einer Dimension - als Abstand vom Impfmaterial in Millimetern gemessen - erfolgten, wurden auch Feststellungen der Ernten des Mycels in Trockensubstanz gemacht.

Für die vorliegenden Horizontalwuchsversuche wurde nicht das klassische Verfahren der Normal-Petrischalen mit am Rande angesetzten Impflocken angewendet, sondern ein den vorliegenden Gegebenheiten entsprechend modifiziertes, das wie folgt beschrieben sei. Mit üblichem Malzagar (5 % Malzextrakt und 2 % Agar-Agar) flach ausgegossene grosse Petrischalen von 182 mm Durchmesser wurden durch 6 Objektträger, die mit ihrer grössten Seitenkante in den bereits erstarrten Nährboden eingedrückt worden waren, in 6 möglichst gleichgrosse Kammern aufgeteilt. Aus dem bereits bewachsenen Nährboden einer anderen Schale wurde eine Impflocke in das Schalenzentrum übertragen und nach drei Tagen die Anlockklötzchen (Viertel-Normklötzchen) an der Schalenperipherie eingesetzt. Der tägliche Zuwachs wurde zur gleichen Tageszeit mit Fettstift auf dem Schalendeckel (siehe Bild 3) vermerkt.

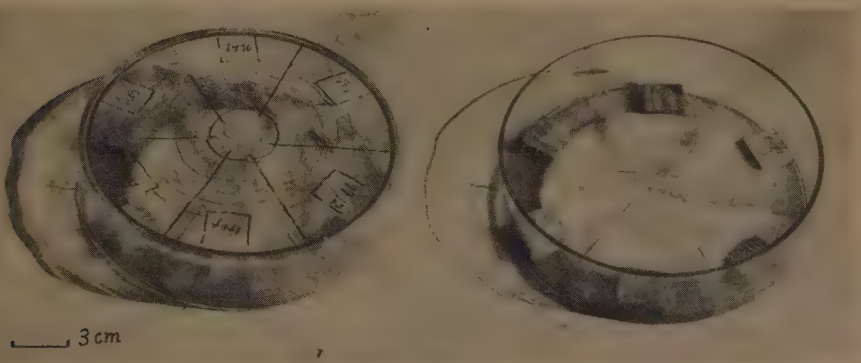


Bild 3 . Versuchsschalen für horizontales Mycelwachstum

Die Prüfung der für jedes Mittel 12 einzelne Konzentrationen umfassenden Reihe erfolgte in 2 Schalen. Wegen der Schwierigkeit, die Schalen frei von Verunreinigungen zu halten, konnten keine Parallelversuche stattfinden. Die Kontrollversuche liefen in einer Extraschale.

Die Prüftemperatur betrug ca. 24° C . In diesem Zusammenhang sei auf die Mitteilung von SPRECHER (1959) verwiesen, der in einem Versuchsgefäss (Petrischale mit 4 Kammern), also im selben Luftraum mit verschiedenen Substraten arbeitete.

Es muss zugegeben werden, dass die von verschiedenen Holzforschern (siehe Abschnitt 2.23) gefundene Fernwirkung stärkerer Konzentrationen auf den Pilzangriff bei den Kontrollen den Schluss erlaubt, dass die stärkeren Konzentrationen eine ebensolche Fernwirkung auf die schwächeren ausüben können. Denn es befanden sich, wie oben erwähnt, jeweils 6 der 12 verschiedenen Konzentrationsstufen in einem Versuchsgefäss. War nun eine der 6 Holzproben vom Mycel erreicht, wurde der Versuch abgebrochen.

Die täglich mit dem Fettstift festgehaltenen Zuwüchse wurden mit der gesamten Schalenfläche und der Kammereinteilung auf transparentes Papier übertragen und ausplanimetriert. Sie sind in Prozent der jeweiligen Kammerfläche umgerechnet, da die künstlich geschaffenen Abteilungen nicht immer gleichgross ausfallen konnten. Die so vorliegenden Werte sind Summenwerte der einzelnen Tage und die in den Bildern 4 bis 15 für jede der 12 Konzentrationen aufgetragenen Kurven entsprechend als Summenkurven des jeweiligen Zuwachsganges des Mycels aufzufassen. In den Diagrammen und in den folgenden Aufzählungen sind neben den Konzentrationsangaben in Klammern gesetzte Zahlen vorhanden. Diese sagen aus, am wievielten Tag nach dem Einbau der Klötzchen diese vom Mycel erreicht waren.

Die Bilder 4 bis 9 zeigen nun, wie empfindlich Coniophora cerebella zu sein vermag. Obgleich die sehr geringen Konzentrationen aller 6 Holzschutzmittel den Holzabbau dieses Versuchspilzes zu stimulieren vermögen, konnten nur die schwachen Natriumfluoridkonzentrationen die

aus 6 Kontrollen gewonnenen Werte überflügeln. Der Kontrollkurve am nächsten kamen die Kurven der schwachen Magnesiumsilicofluorid- und Hydrogenfluoridkonzentrationen. Die Konzentrationen mit dem grössten Flächenanteil an Mycel waren bei

Natriumfluorid	$4 \cdot 10^{-4}$	(5.), zehntstärkste Konz.,
Sublimat	$1 \cdot 10^{-4}$	(6.), schwächste Konz.,
Magnesiumsilicofluorid	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	(6.), achtstärkste Konz.,
Hydrogenfluorid	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	(6.), achtstärkste Konz.,
Steinkohlenteeröl	$1 \cdot 10^{-2}$	(6.), achtstärkste Konz.,
Chlornaphthalin	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	(6.), schwächste Konz. .

Die stärkeren Mengen an Sublimat, Chlornaphthalin und Steinkohlenteeröl zeigten gegenüber dem Coniophora-Mycel eine deutliche Hemmwirkung. Auffallend ist bei diesen 3 ebengenannten Mitteln die schroffe Bündelung der Kurven der 6 stärkeren und der 6 schwachen Konzentrationen, was aller Wahrscheinlichkeit nach auf die für 6 Stufen gemeinsamen Versuchgefässe zurückzuführen ist. Das wäre folglich eine für das Gift und seine Pilzinhibierung positive Fernwirkung. Diese letztere Annahme spricht allerdings gegen den von J.LIESE (1928) apostrophierten Mangel an Fernwirkung beim Sublimat, worüber auch noch im Abschnitt 3.412 zu sprechen sein wird.

Im horizontalen Mycelwachstum verhält sich Coniophora cerebella gegenüber den zur Untersuchung gelangten unterschwelligen Schutzmittelkonzentrationen völlig anders als Poria Vaillantii (siehe Bilder 10 bis 15).

Die Summenkurven der Mycelzuwachsgänge scharen sich bei den Mitteln Natriumfluorid, Magnesiumsilicofluorid, Hydrogenfluorid und den 6 schwachen Konzentrationen des Sublimats, des Steinkohlenteeröles und des Chlornaphthalinpräparates um die Kontrollkurve. Bei den Bildern 12 und 13 wurden die Kontrollkurven der Übersichtlichkeit halber weggelassen. Während beim Sublimat alle stärkeren Konzentrationen einen langsameren Wuchs des Mycels als die

Kontrollen zur Folge hatten, bewerkstelligten die 1. bis 4. und 6. stärkste Konzentration des Steinkohlenteeröles und alle 6 stärkeren Konzentrationen des chlorierten Naphthalins gegenüber den Kontrollen einen größeren Mycelflächenzuwachs.

Die Konzentrationen mit dem grössten Flächenanteil an Mycel waren bei

Natriumfluorid	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	(5.), neuntstärkste Konz.,
Sublimat	$1 \cdot 10^{-4}$	(6.), schwächste Konz.,
Magnesiumsilicofluorid	$3 \cdot 10^{-3}$	(6.), siebentstärkste Konz.,
Hydrogenfluorid	$1{,}5 \cdot 10^{-1}$	(6.), stärkste Konz.,
Steinkohlenteeröl	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	(5.), schwächste Konz.,
Chlornaphthalin	$3 \cdot 10^{-1}$	(5.), viertstärkste Konz.

Von CURRIER (1956) wurde festgestellt, dass bei einer tödlichen Konzentration der Hemmwirkung eine anfängliche Stimulation vorangeht. Diese Bemerkung könnte auf Steinkohlenteeröl und eventuell noch auf das Chlornaphthalinpräparat übertragen werden, obgleich beim letztgenannten Mittel die hier geprüften stärksten Konzentrationen den Holzabbau bei den 2-monatigen Halb-Normklötzchenprüfungen stimulierten, bei den 4-monatigen Normklötzchenversuchen hingegen nicht. Es sei in diesem Zusammenhang nochmals auf die bereits im Abschnitt 2.23 erwähnte Bemerkung MÜLLERs (1922) verwiesen, nach der die Dichte des Mycels mit steigender Konzentration über das Optimum der Ausbreitungsgeschwindigkeit zunimmt.

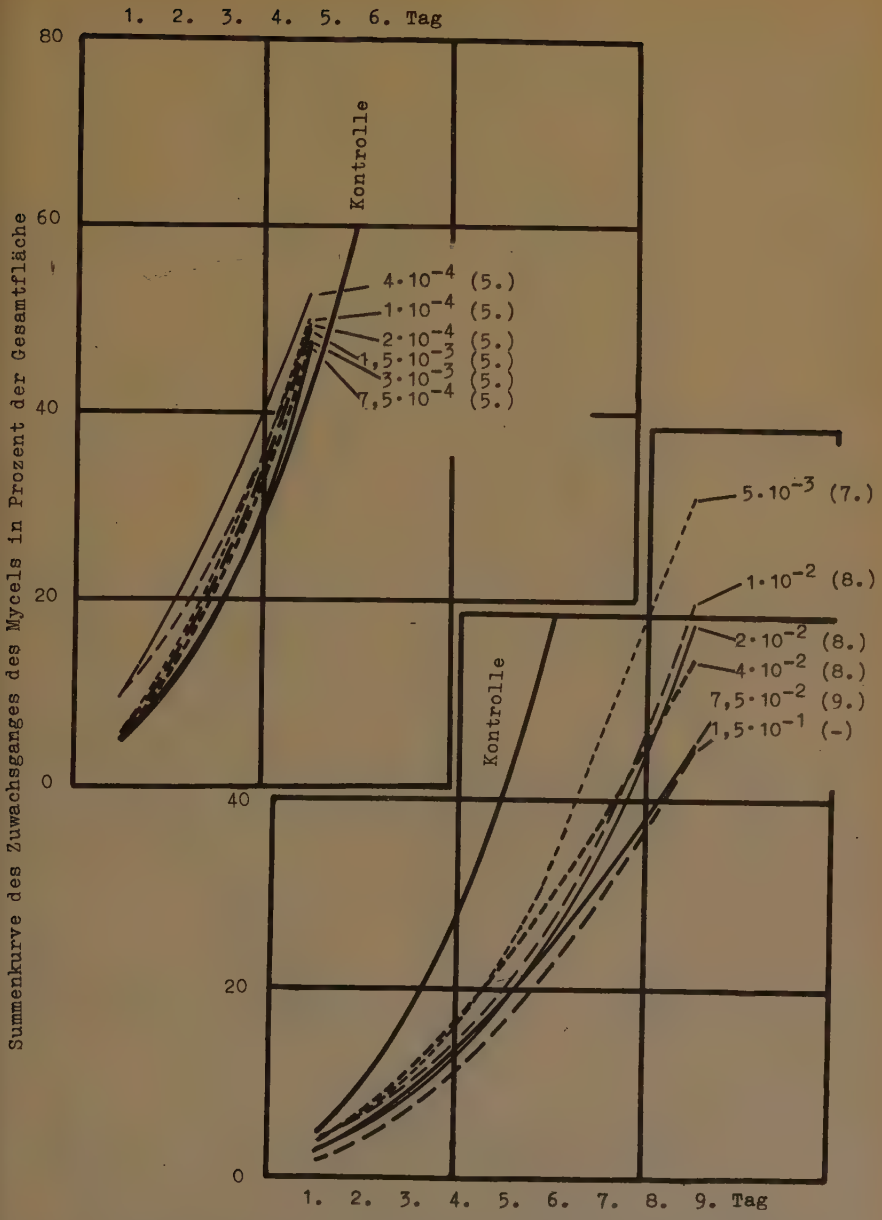


Bild 4. Flächenwachstum von Coniophora cerebella bei Natriumfluorid

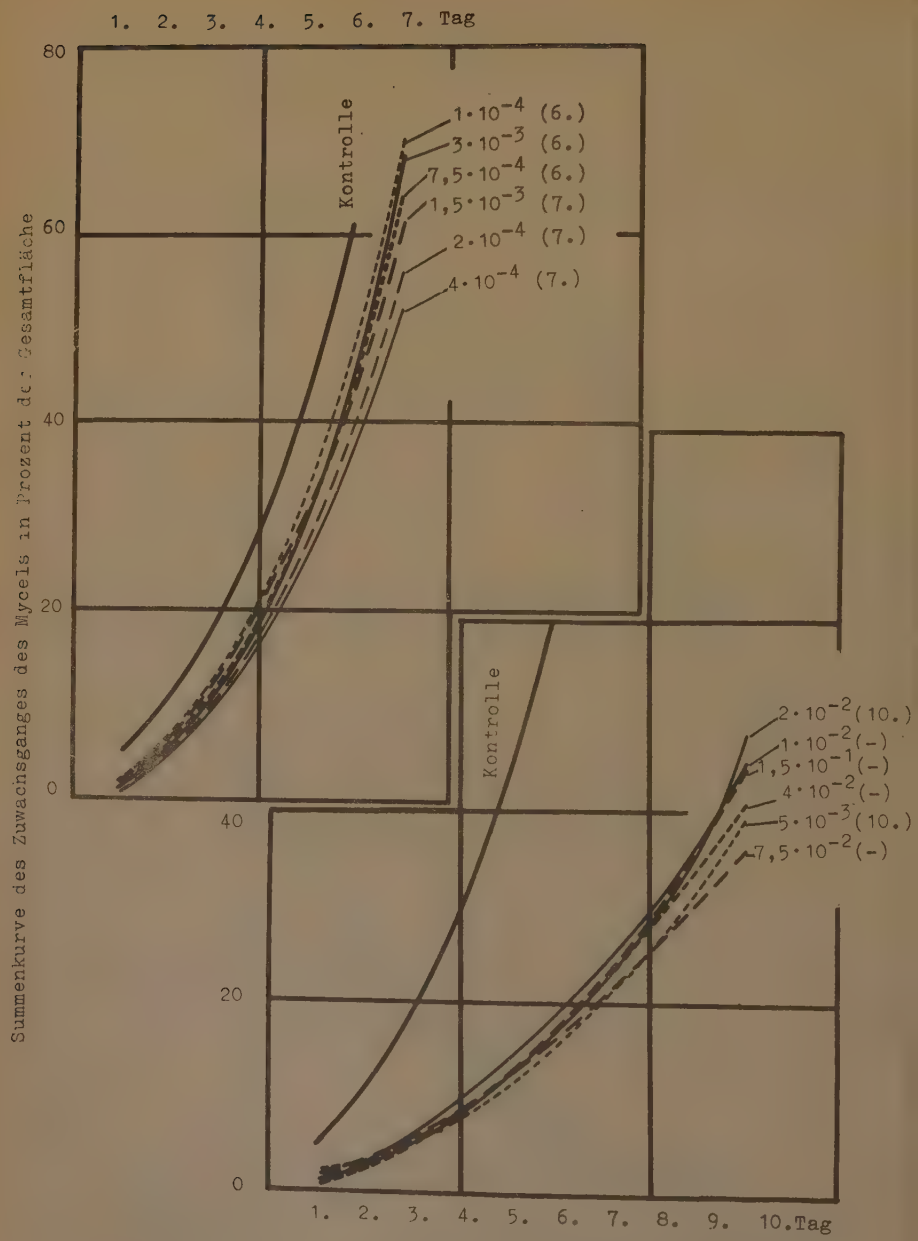


Bild 5. Flächenwachstum von Coniophora cerebella bei Sublimat

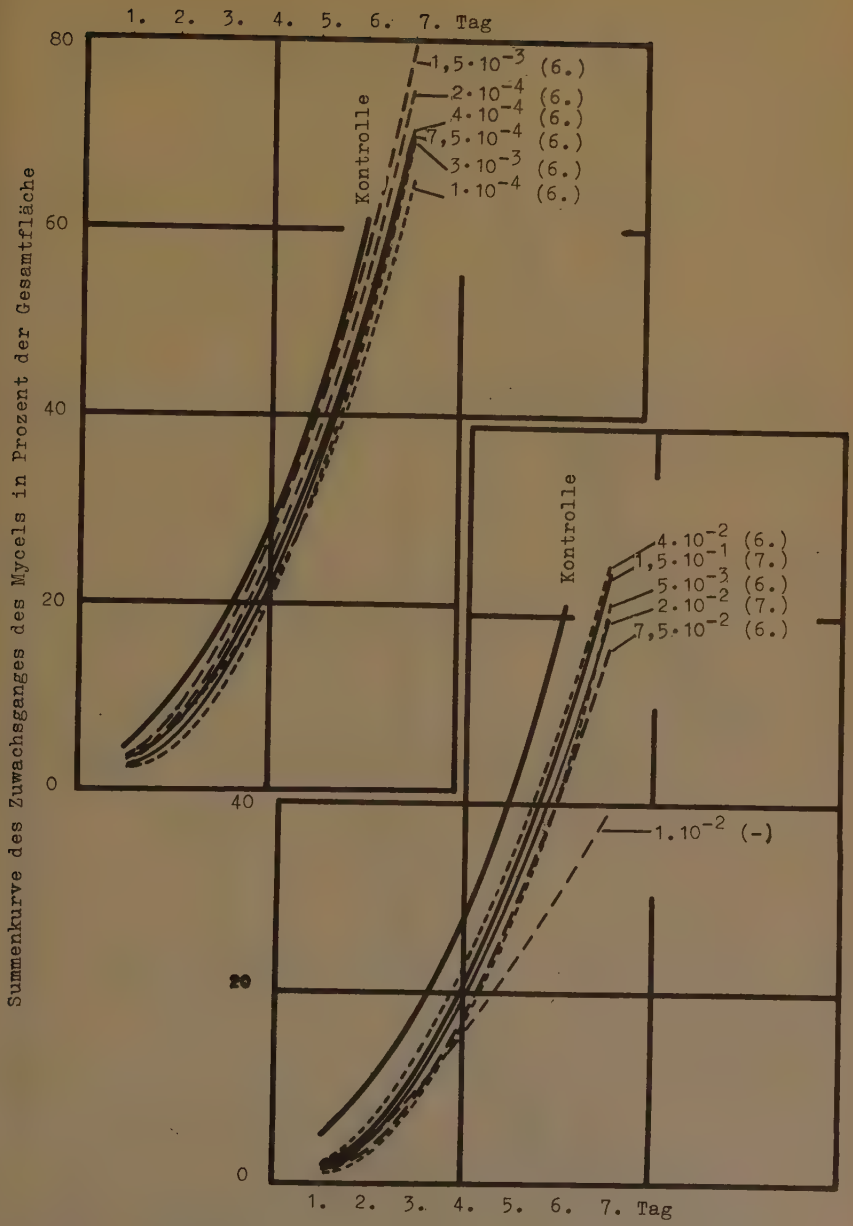


Bild 6. Flächenwachstum von Coniophora cerebella bei Magnesium-silicofluorid

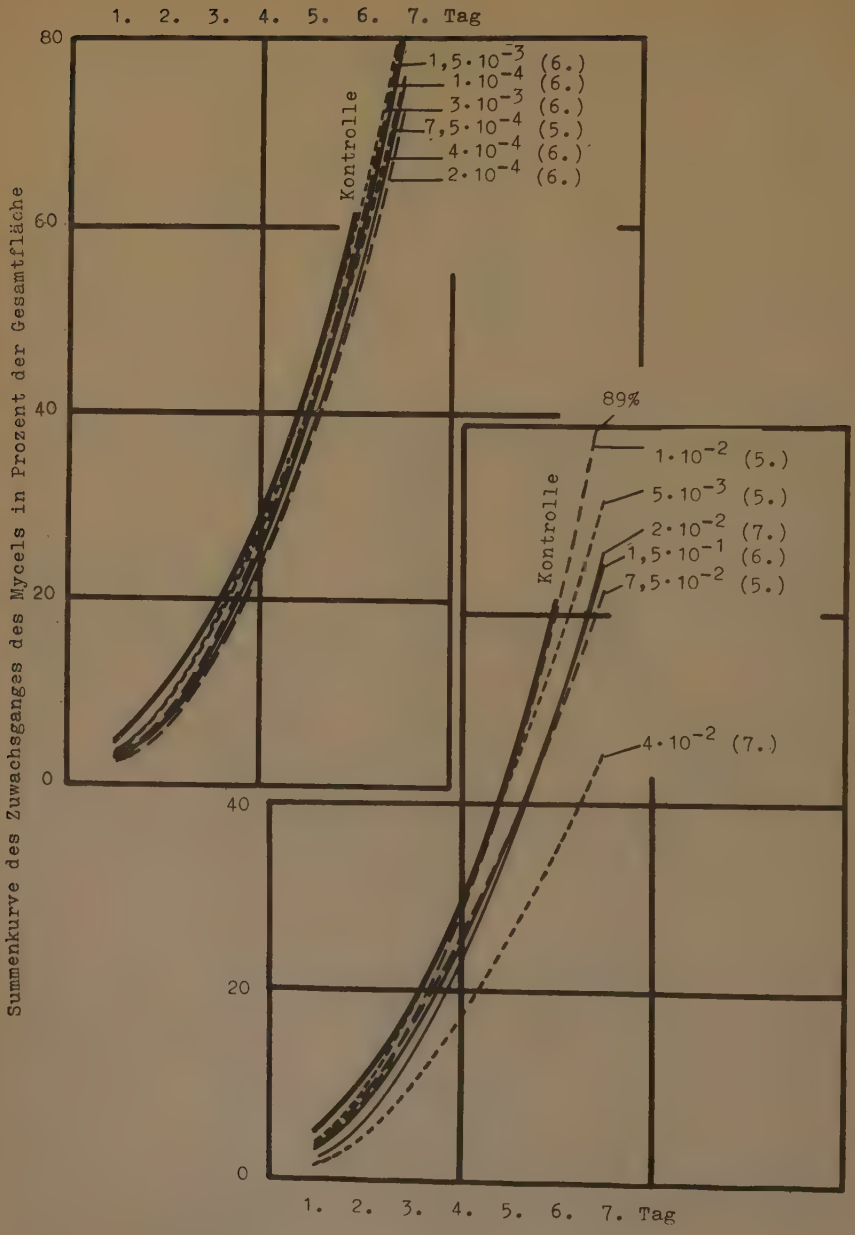
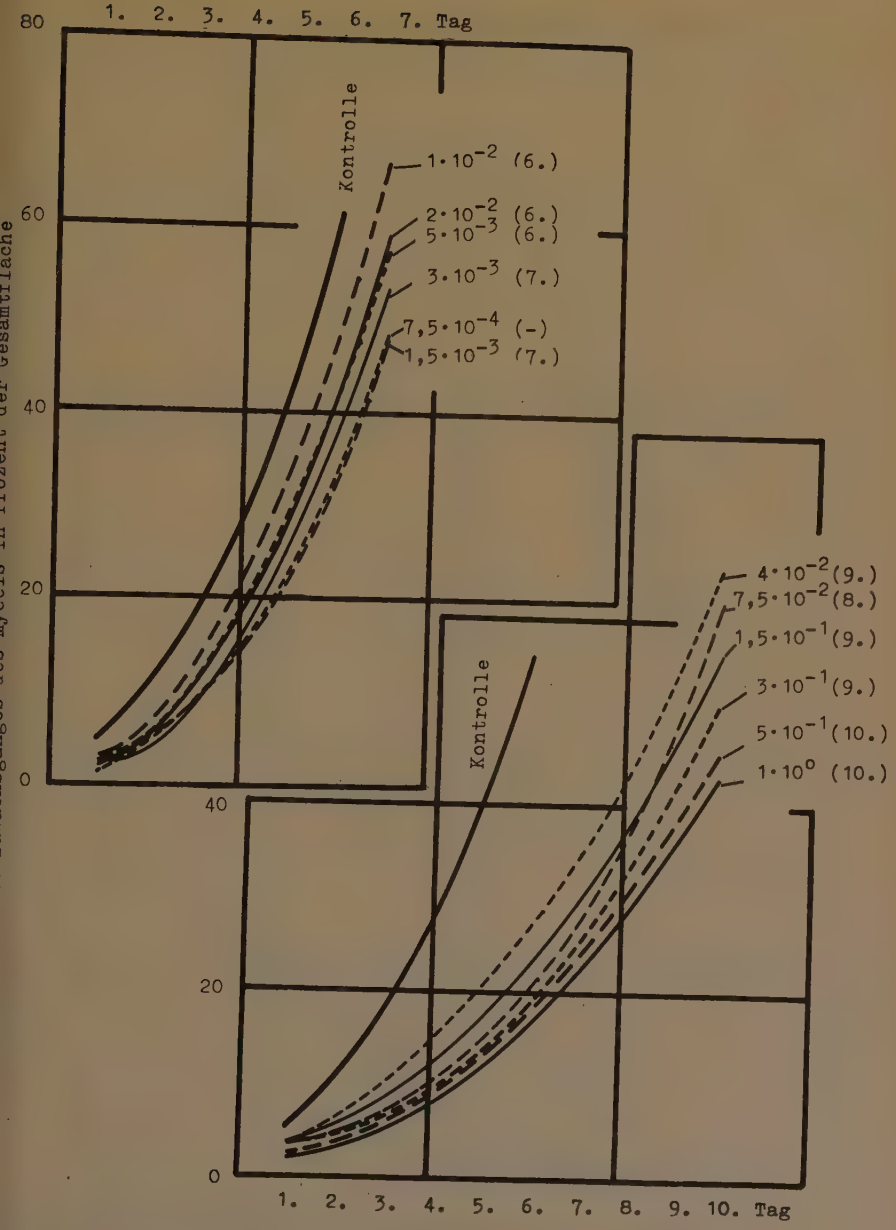


Bild 7. Flächenwachstum von Coniophora cerebella bei Hydrogenfluorid



ld 8. Flächenwachstum von Coniophora cerebella bei Steinkohlenteeröl

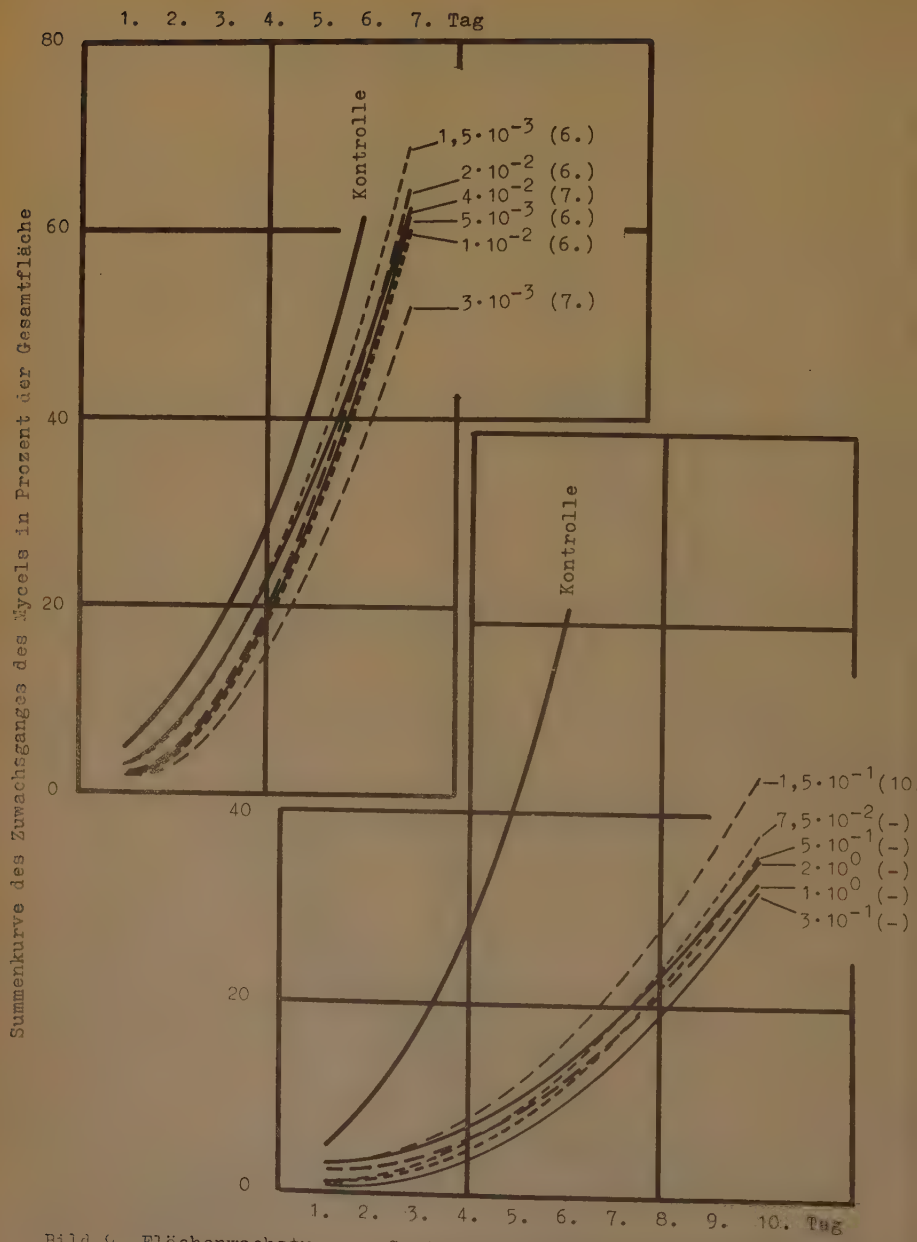


Bild 9. Flächenwachstum von Coniophora cerebella bei Chlornaphthalin

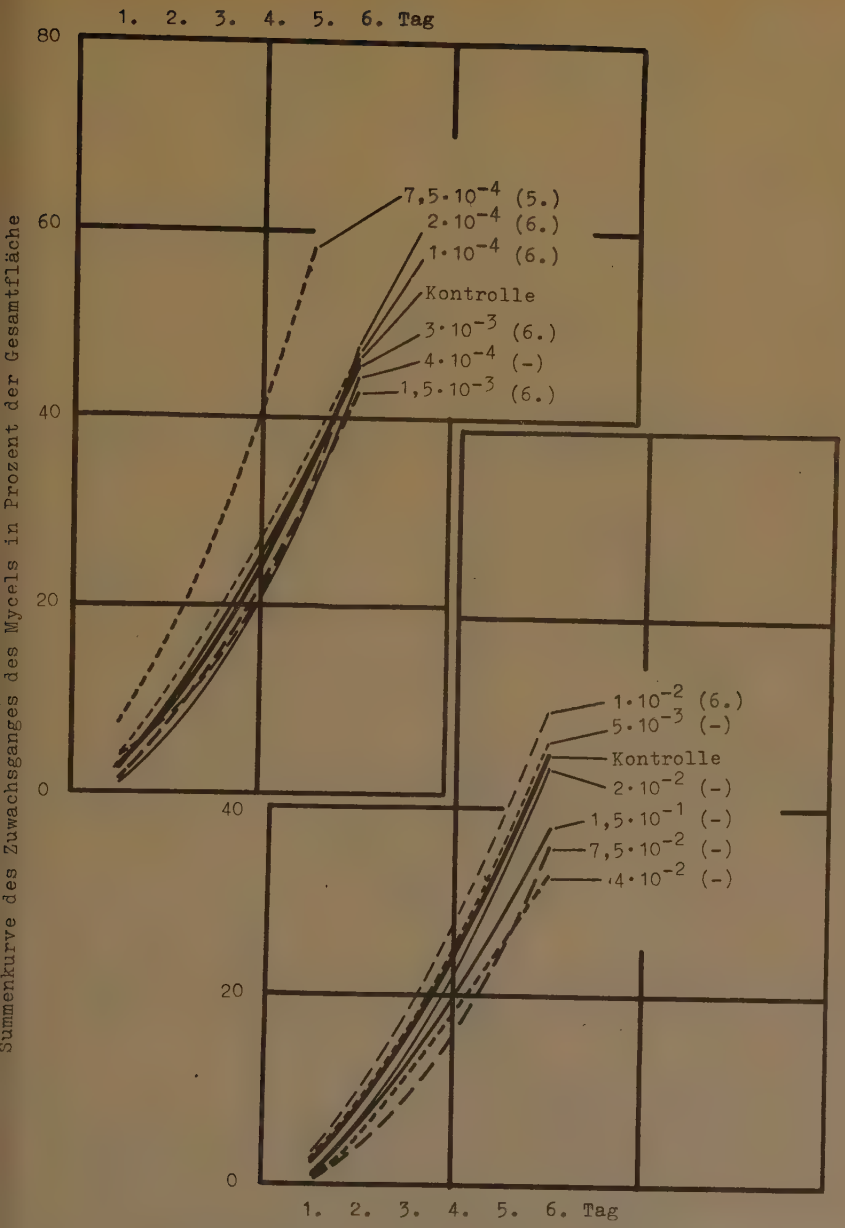


Bild 10. Flächenwachstum von Poria Vaillantii bei Natriumfluorid

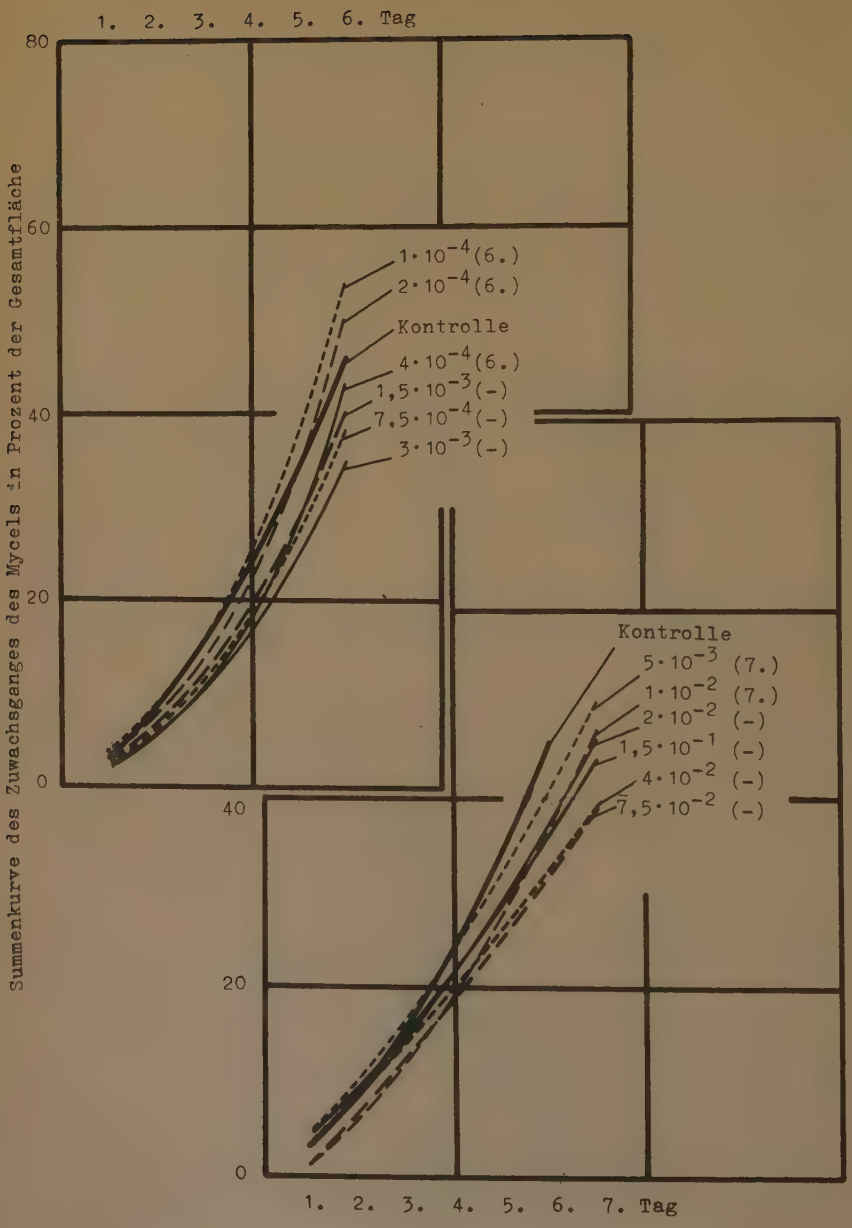


Bild 11. Flächenwachstum von Poria Vaillantii bei Sublimat

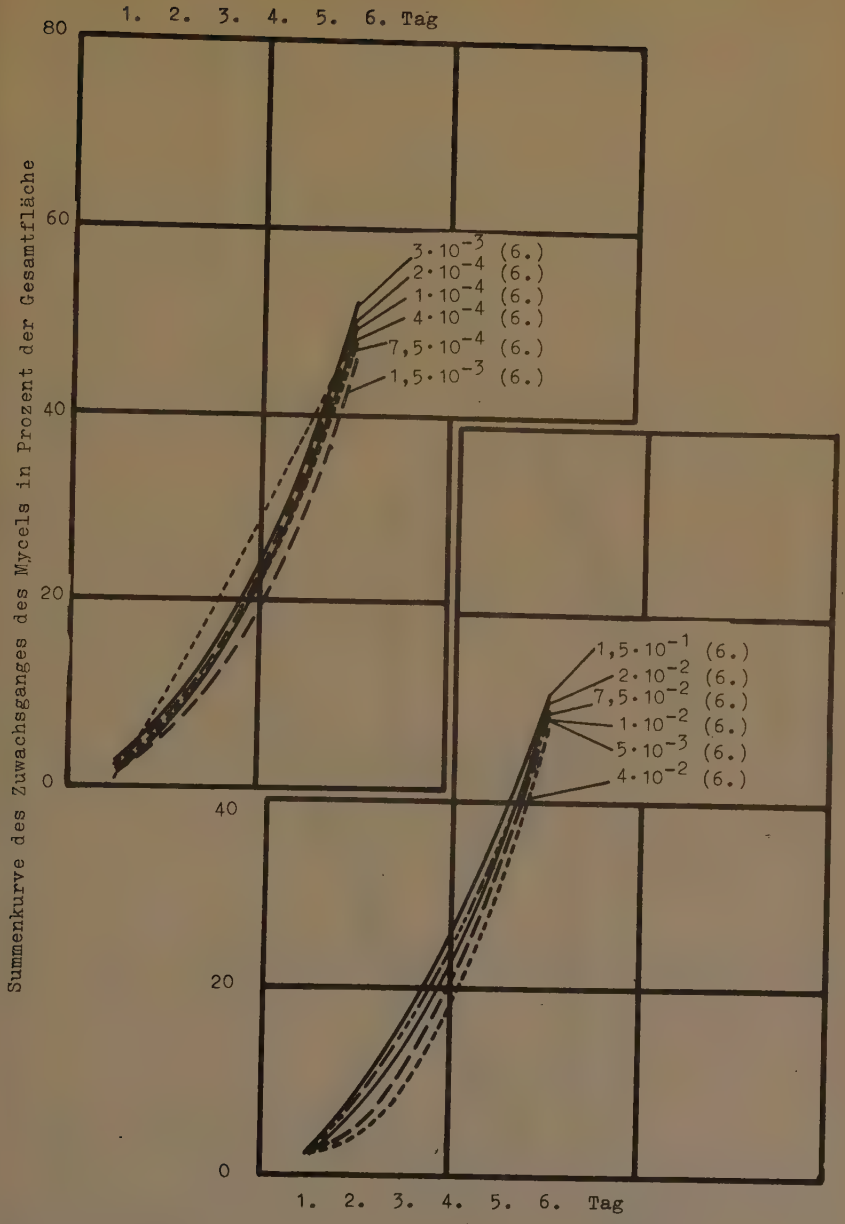


Bild 12. Flächenwachstum von Poria Vaillantii bei Magnesiumsilicofluorid

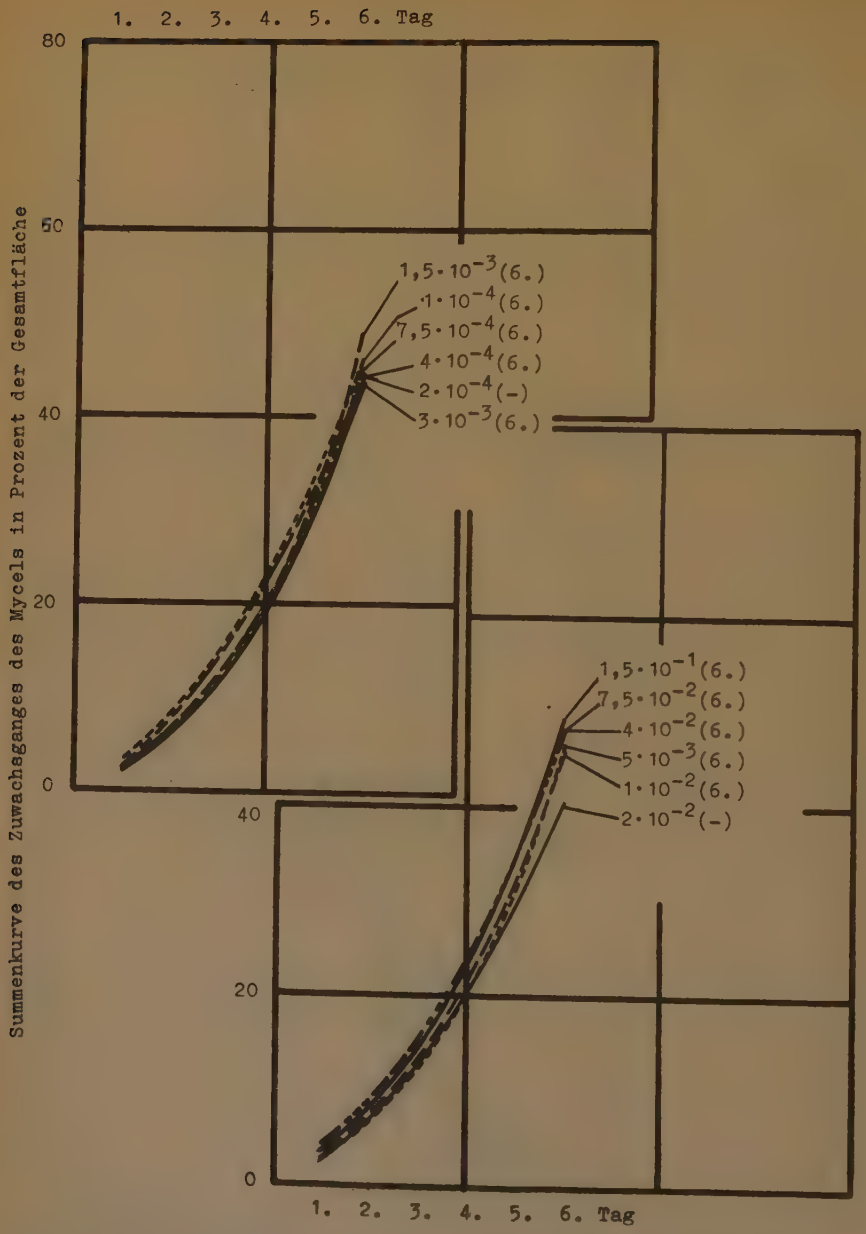


Bild 13. Flächenwachstum von Poria Vaillantii bei Hydrogenfluorid

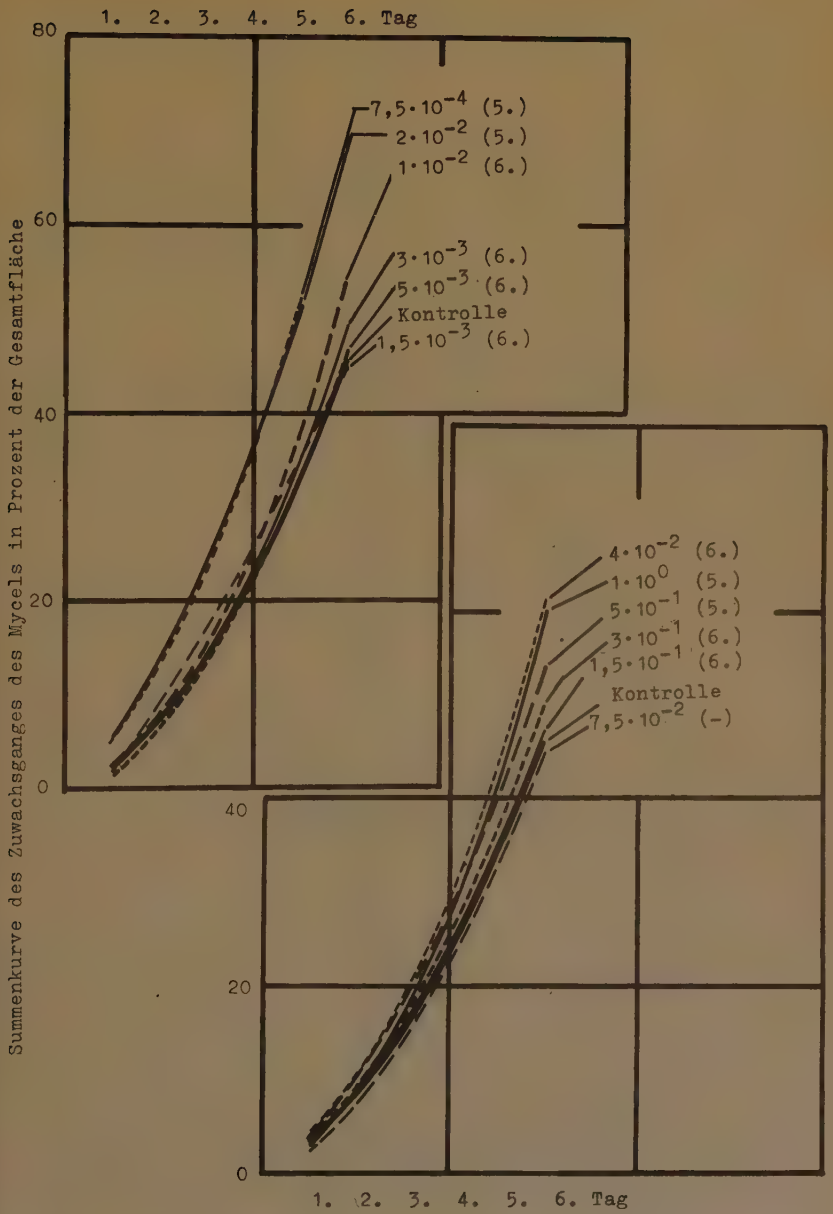


Bild 14. Flächenwachstum von Poria Vaillantii bei Steinkohlenteeröl

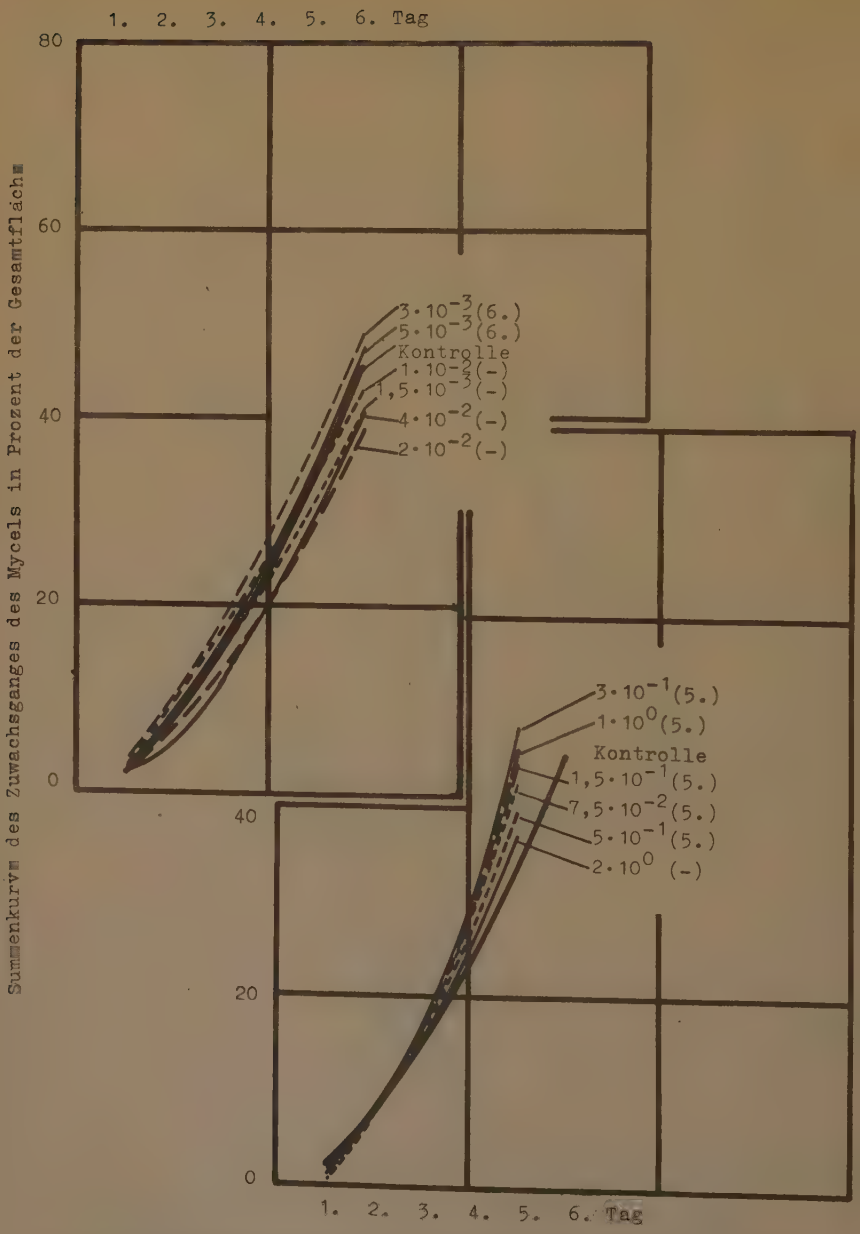


Bild 15. Flächenwachstum von Poria Vaillantii bei Chlornaphthalin

3.412 Vertikalwuchsversuche

Ob die Hyphenausbreitung beim Durchwachsen von Mauerfugen einem physikalischen Gesetz, wie beispielsweise dem der Kapillarwirkung enger oder weiter Zwischenräume folgt, kann vorerst nicht gedeutet werden. Es wäre aber wünschenswert, wenn sie Gegenstand derartiger Untersuchungen sein könnte.

Einen Flächenwuchs in der Vertikalen unter Laborbedingungen zu ermöglichen, ist praktisch nicht möglich, es sei, man würde Holz als Unterlage nehmen, was aber in diesem besonderen Falle vermieden werden sollte. Daher wurde eine andere Versuchsanordnung getroffen. Sie ist neuartig und stellt eine Kombination der bislang einzig von SUOLAHTI (1951) durchgeführten Vertikalwuchsversuche und der noch nicht publizierten FRANCKE-GROSMANNs, die mit auf dem horizontalen Nährboden befindlichen Glasröhrchen und Fomes annosus arbeitet, dar.

Für diese Vertikalwuchs-Methode wurden 35 bis 36 mm lange Glasröhrchen von 8 mm Innendurchmesser mit einer Diamantsäge auf dem einen Ende längs eingeschnitten (siehe Bild 16). Das andere Röhrchenende diente zur Aufnahme der im Abschnitt 3.31 unter 4) erwähnten Kleinprobe, die mit Gipsbrei fixiert wurde. Die so gefüllten Röhrchen wurden sodann mit dem eingeschlitzten Ende in den bereits bewachsenen Nährboden der 40 mm hohen Petrischalen von 135 mm Durchmesser soweit eingedrückt, dass der Abstand zwischen dem Nährboden und der nach unten zeigenden Hirnfläche der Kleinproben 22 mm betrug (siehe Bild 17). Der Schlitz im Standende hat erstens den Zweck, das Mycel der Grundfläche beim Einstechen des über der Gasflamme sterilisierten Glasröhrchens nicht im vollen Umkreis abzutöten; zweitens dient er der genügenden Sauerstoffzufuhr für das aufrecht wachsende Mycel.

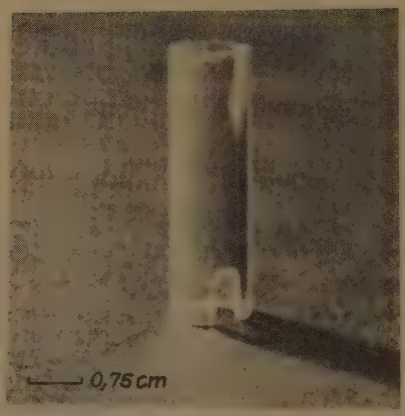


Bild 16 . Glasröhrchen für vertikales Mycelwachstum

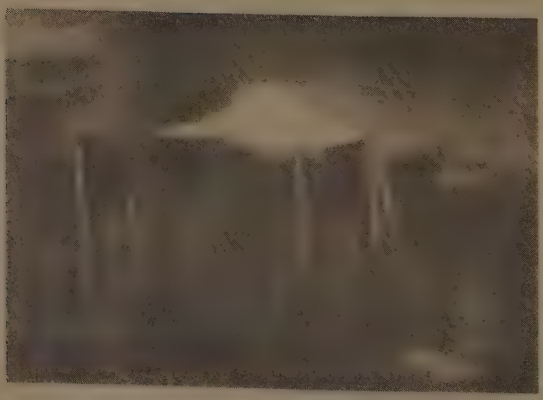


Bild 17 . Ausschnitt aus einer geöffneten Versuchsschale für vertikales Mycelwachstum, den bereits durch den Gips gewachsenen Pilz Coniophora cerebella zeigend

Die Höhe des Mycels konnte an bestimmten, aus den Bildern 18 bis 25 ersichtlichen Tagen in Millimetern gemessen werden. Da die Röhrchen an der Schalenperipherie eingebaut worden waren, brauchten die Schalen nicht geöffnet zu werden, wodurch eine Verunreinigung durch Schimmelpilze vermieden werden konnte.

Bei diesen Versuchen wurde mit 2 Parallelen je Pilz gearbeitet. Die Kontrollversuche liefen, wie bei den Horizontalversuchen, in einer besonderen Schale. Die Prüftemperatur betrug ca. 24° C. Zusätzlich sei bemerkt, dass sich Gips zur Klötzchenfixierung am besten eignet. Vorversuche ergaben, dass Siegellack und auch Paraffin das Mycelwachstum von Fomes annosus zu stimulieren vermögen.

Alle 12 Konzentrationen eines jeden Mittels wurden in 2 Parallen in einer Schale geprüft, wobei sich herausstellte, dass bei Sublimat und bei Chlornaphthalin die Giftfernwirkung der stärkeren Konzentrationen so gross war, dass die schwachen Konzentrationen nur geringe Zuwüchse zeigten. Die Konzentrationsreihen beider Mittel wurden nochmals, aber in zwei Schalen geprüft, wie es bei den Horizontalversuchen aller Mittel der Fall war.

Die Bilder 18 bis 25 veranschaulichen die Ergebnisse dieser Prüfungen. Da der Abstand zwischen Nährboden und dem im Glasröhrchen befindlichen Anlockklötzchen konstant auf 22 mm gehalten wurde, können die linearen Kurven im Höchstfall nur diesen Maximalwert erreichen.

In der Mycelausbreitung ist Coniophora cerebella aktiver als Poria Vaillantii, was sich bei den untersuchten Konzentrationen aller 6 Holzschutzmittel allerdings nur im Höhenwuchs seines Mycels bestätigt. Nur bei den Kontrollversuchen zeigte Coniophora eine stärkere Horizontalausbreitung als Poria. Dieses physiologisch bedingte Phänomen scheint im vorliegenden Fall mit irgendwelchen, bisher unbekannten physikalischen Gesetzmässigkeiten verknüpft zu sein, wie weiter oben bereits angedeutet wurde.

Während Coniophora bei den verschiedenen Konzentrationen zum Teil nur 7 Tage benötigte, um das Anlockklötzchen zu erreichen, brauchte Poria im Minimalfall volle 15 Tage dazu.

Vertikalwachstums-Höchstwerte erreichte Coniophora cerebella bei folgenden Konzentrationen:

Natriumfluorid	$2 \cdot 10^{-2}$	(7.), viertstärkste Konz.,
	$4 \cdot 10^{-4}$	(7.), zehntstärkste Konz.,
Sublimat	$1 \cdot 10^{-4}$	(9.), schwächste Konz.,
Magnesiumsilicofluorid	$3 \cdot 10^{-3}$	(9.), siebentstärkste Konz.,
	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	(9.), achtstärkste Konz.,
	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	(9.), neuntstärkste Konz.,
	$4 \cdot 10^{-4}$	(9.), zehntstärkste Konz.,
	$1 \cdot 10^{-4}$	(9.), schwächste Konz.,
Hydrogenfluorid	$2 \cdot 10^{-2}$	(9.), viertstärkste Konz.,
	$3 \cdot 10^{-3}$	(9.), siebentstärkste Konz.,
	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	(9.), achtstärkste Konz.,
	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	(9.), neuntstärkste Konz.,
Steinkohlenteeröl	$4 \cdot 10^{-2}$	(9.), sechststärkste Konz.,
	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	(9.), elftstärkste Konz.,
	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	(9.), schwächste Konz.,
Chlornaphthalin	$1 \cdot 10^{-2}$	(9.), neuntstärkste Konz. .

Bei Natriumfluorid und Steinkohlenteeröl sind zwei weit voneinander entfernte, bei Sublimat und Chlornaphthalin nur einmalige Spitzenwerte vorhanden. Magnesiumsilicofluorid und Hydrogenfluorid vermögen in mehreren aufeinanderfolgenden Konzentrationen diese Maximalwerte zu erreichen.

Poria verhält sich auch im Höhenwuchs seines Mycels anders als Coniophora, was aus den Vergleichen zwischen beiden Pilzen innerhalb der Bilder 18 bis 25 zu ersehen ist.

Vertikalwachstums-Höchstwerte erreichte Poria Vaillantii bei folgenden Konzentrationen (alle in 15 Tagen) :

Natriumfluorid	$7{,}5 \cdot 10^{-2}$, zweitstärkste Konz.,
Sublimat	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$, achtstärkste Konz.,
Magnesiumsilicofluorid	$7{,}5 \cdot 10^{-2}$, zweitstärkste Konz.,
Hydrogenfluorid	alle Werte unter den Kontrollen,
Steinkohlenteeröl	alle Werte unter den Kontrollen,
Chlornaphthalin	$1 \cdot 10^{-2}$, neuntstärkste Konz., als einziger Wert knapp über den Kontrollen .

Die von 3 Mitteln erreichten, über den Kontrollen liegenden Höchstwerte sind scharf abgegrenzte, einmalige Spitzenwerte. Die zweitstärksten Konzentrationen von Natriumfluorid und Magnesiumsilicofluorid stimulierten den Höhenwuchs beträchtlich, was, wenn man diese Werte und ihren Einfluss beim eigentlichen Pilzabbau betrachtet, verwunderlich erscheint. Die letzten 3 Holzschutzmittel vermögen praktisch in allen Konzentrationen zu hemmen.

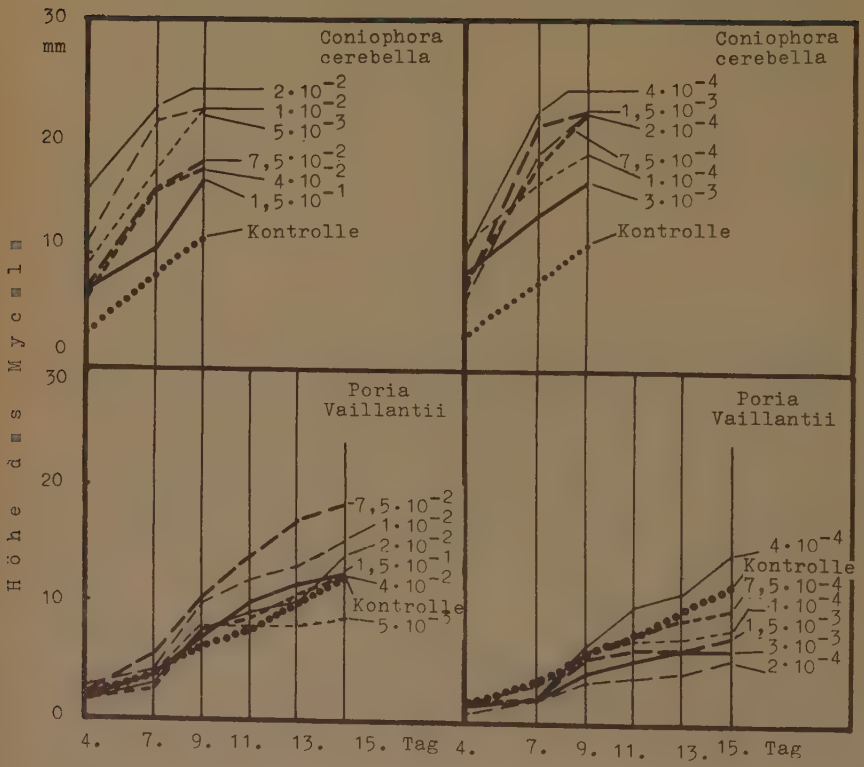


Bild 18. Einfluß verschiedener Natriumfluorid-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels holzzerstörender Pilze

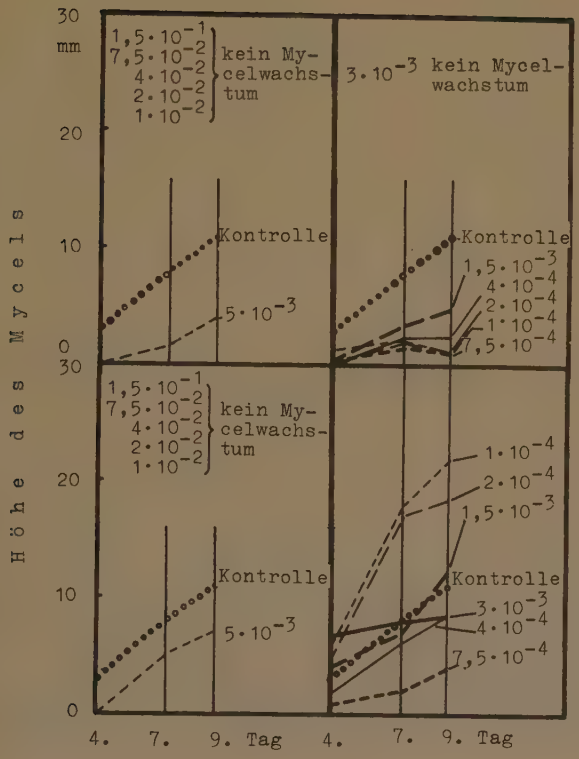


Bild 19. Einfluß verschiedener Sublimat-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels bei Coniophora cerebella
oben: Wachstumsversuche in gemeinsamer Schale
unten: Wachstumsversuche in zwei getrennten Schalen

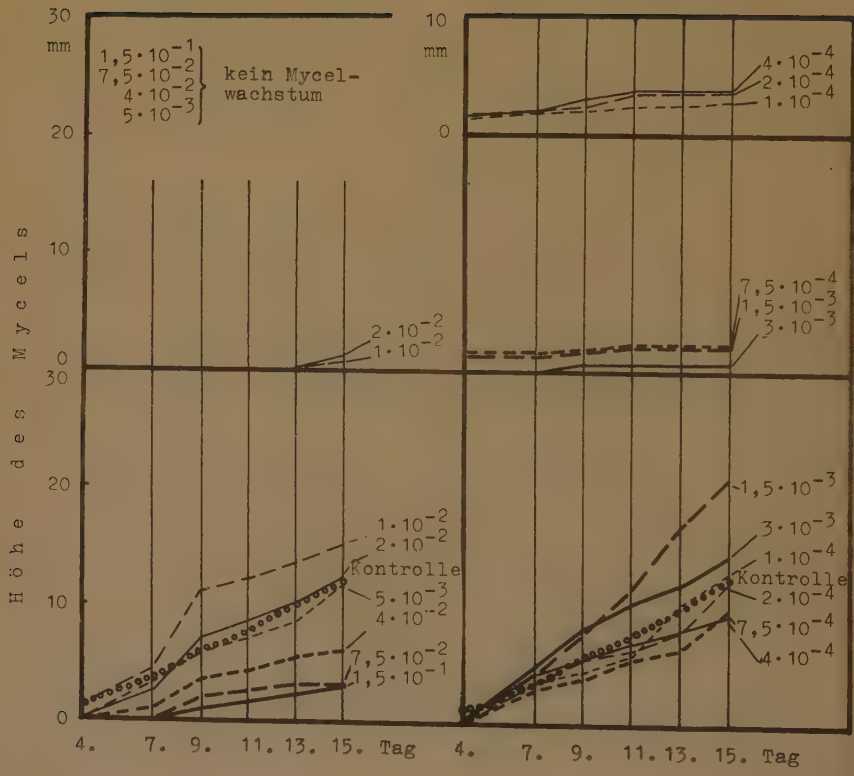


Bild 20. Einfluß verschiedener Sublimat-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels bei Poria Vaillantii

oben : Wachstumsversuche in gemeinsamer Schale
unten: Wachstumsversuche in zwei getrennten Schalen

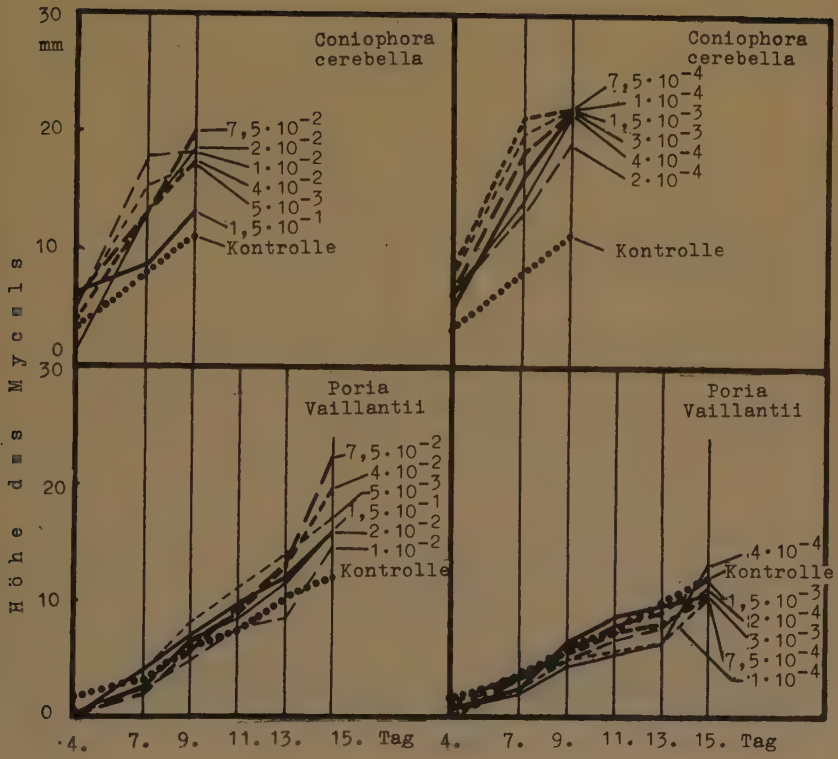


Bild 21. Einfluß verschiedener Magnesiumsilicofluorid-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels holzzerstörender Pilze

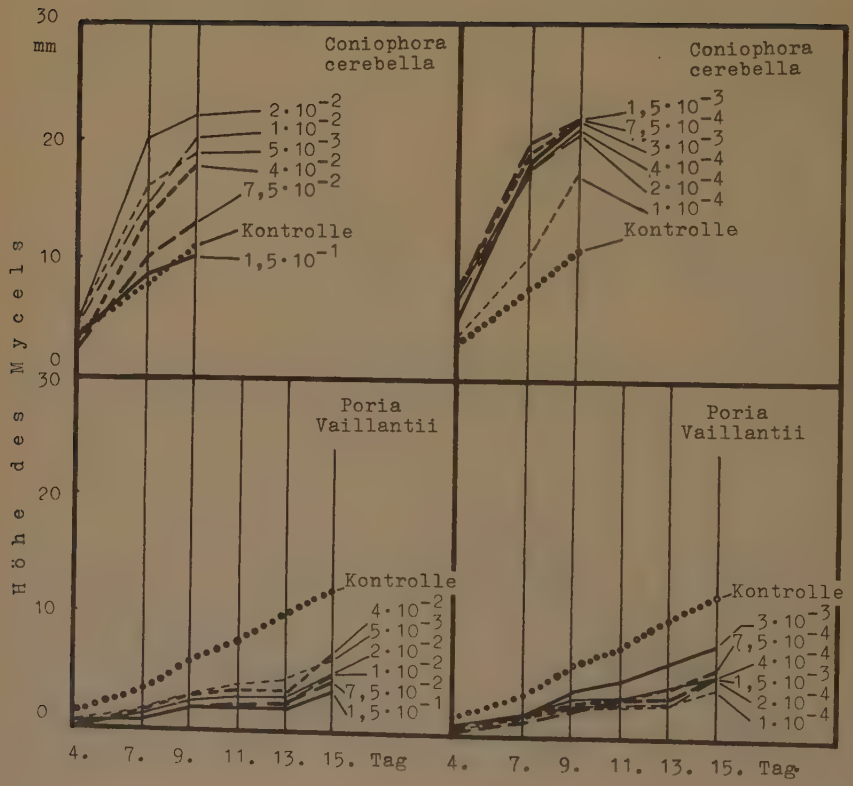


Bild 22. Einfluß verschiedener Hydrogenfluorid-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels holzzerstörender Pilze

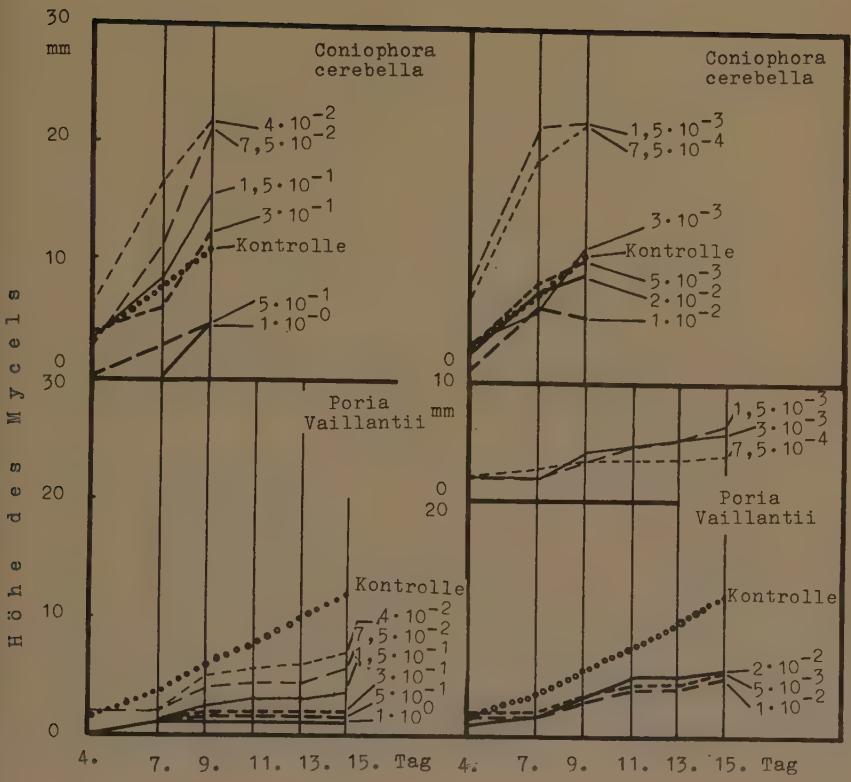


Bild 23. Einfluß verschiedener Steinkohlenteeröl-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels holzzerstörender Pilze

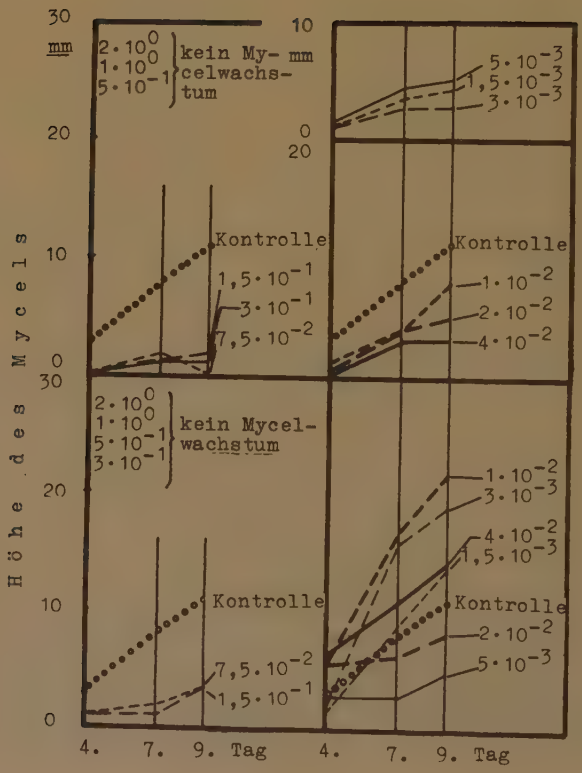


Bild 24. Einfluß verschiedener Chlornaphthalin-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels bei Coniophora cerebella
oben : Wachstumsversuche in gemeinsamer Schale
unten : Wachstumsversuche in zwei getrennten Schalen

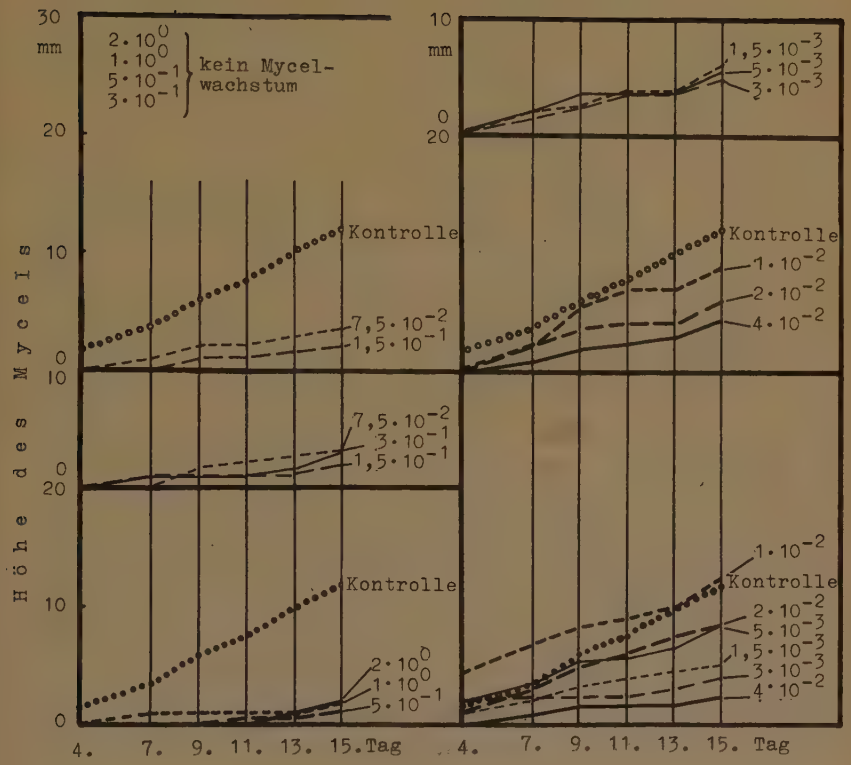


Bild 25. Einfluß verschiedener Chlornaphthalin-Konzentrationen auf das Vertikalwachstum des Mycels bei Poria Vaillantii

oben : Wachstumsversuche in gemeinsamer Schale
unten: Wachstumsversuche in zwei getrennten Schalen

3.413 Vergleiche zwischen den beiden Wachstumsmöglichkeiten

Sehr interessant ist die Gegenüberstellung von Horizontal- und Vertikalwüchsen der beiden Versuchspilze bei Beeinflussung durch unterschwellige Schutzmittelkonzentrationen. Sie findet sich in der folgenden Tabelle.

Tabelle 5 . Mycelwuchsvergleiche

Mittel	Horizontalwuchs stärkere Konzentrationen	Horizontalwuchs schwache Konzentrationen	Vertikalwuchs stärkere Konzentrationen	Vertikalwuchs schwache Konzentrationen
	Coniophora cerebella			
Natrium-fluorid	alle schwächer	alle stärker	alle stärker	alle stärker
Sublimat	" "	alle schwächer	fast alle kein Wachstum	die Hälfte stärker
Magnesium-silico-fluorid	" "	" "	alle stärker	alle stärker
Hydrogen-fluorid	" "	" "	fast alle stärker	" "
Steinkohlen-teeröl	" "	" "	" "	die Hälfte stärker
Chlornaphthalin	" "	" "	die Hälfte kein Wachstum	" "
	als die Kontrollen			
	Poria Vaillantii			
Natrium-fluorid	die Hälfte stärker	die Hälfte stärker	fast alle stärker	fast alle schwächer
Sublimat	alle schwächer	alle schwächer	fast alle schwächer	die Hälfte stärker
Magnesium-silico-fluorid	alle stärker	alle stärker	alle stärker	fast alle schwächer
Hydrogen-fluorid	die Hälfte stärker	die Hälfte stärker	alle schwächer	alle schwächer
Steinkohlenteeröl	fast alle stärker	fast alle stärker	" "	" "
Chlornaphthalin	alle stärker	die Hälfte stärker	" "	fast alle schwächer
	als die Kontrollen			

Wie unterschiedlich sich die Beeinflussung geringdosierter Konzentrationen auf das Mycelwachstum von Coniophora auswirken kann, zeigen besonders die Mittel Natriumfluorid (in den stärkeren Konzentrationen) und Magnesiumsilicofluorid sowie zum Teil auch Hydrogenfluorid und Steinkohlenteeröl, wo sich unter diesen Umständen das Horizontal- und das Vertikalwachstum umgekehrt proportional verhalten. Auch Poria, der gegenüber dem Chlornaphthalinpräparat wesentlich unempfindlicher ist, vermag hinsichtlich seiner Mycelwuchsmöglichkeiten ein solches umgekehrtes Verhältnis zu bestimmen.

Coniophora ist, die schwachen Natriumfluoridkonzentrationen ausgenommen, praktisch nur beim Wuchs auf unbehandeltes Holz hin Poria in beider Hinsicht überlegen.

Im grossen und ganzen gesehen lösen die meisten der vorliegenden Konzentrationsstufen aller Mittel bei Coniophora einen gehemmten Wuchs in der Horizontalen und einen stimulierten Wuchs in der Vertikalen aus. Bei Poria ist es, von wenigen Ausnahmen abgesehen, umgekehrt.

Es wird vorgeschlagen, hierfür die Termini V e r t i k a l - C h e m o t r o p i s m u s (Coniophora cerebella) und H o r i z o n t a l - C h e m o t r o p i s m u s (Poria Vaillantii) zu prägen.

So kann die Feststellung getroffen werden, dass selbst stärkste, die Grenzwerte erreichende Konzentrationen aller Mittel mit Ausnahme des Sublimats einen Chemotropismus beider holzzerstörender Pilze verursachen, wobei sich die Mittel recht unterschiedlich verhalten. Dies ist aber kein Grund zur Beunruhigung, da starke Dosierungen das Holz hinreichend gegen Befall schützen. Problematisch wird es nur, wenn die Sanierung eines Schwammschadens ungenügend durchgeführt und die zerstörten Holzteile durch imprägnierte ersetzt werden. Denn damit würde eine weitere Holzzerstörung im Umkreis der wirklich geschützten Stelle geradezu heraufbeschworen.

3.42 Durch Pilzabbau bewirkter Gewichtsverlust des Holzes

Ursprünglich war vorgesehen, neben den Laboratoriumsprüfungen mit unterschwelligen Holzschutzmittel-Konzentrationen Schwammkellerversuche an praxisnahen Holzproben durchzuführen. Leider ist dies im vorliegenden Fall mit den beiden Pilzen Coniophora und Poria nicht möglich, da, wie im Abschnitt 2.32 bereits aufgezeigt, die durch die Feuchtigkeit angelockten Collembolen und Milben das von den Impfklötzchen auswachsende Mycel begierig wegfrassen. Eine Anwendung von kombinierten Mitteln, die als Insektizid und als Acarizid wirken, war insofern abzulehnen, weil damit die stark verdünnten Schutzmittel im Holz überdeckt worden wären. Nach Angaben von GERSONDE und BECKER (1958) wird das Mycel von Merulius lacrimans von den genannten Gliederfüssern verschmäht. Die nunmehr mit Merulius angesetzten Schwammkellerversuche laufen noch, und sie können hier nicht mehr berücksichtigt werden.

Die Kolleschalenversuche wurden mit Normklötzchen und mit halben Normklötzchen in zwei verschiedenen Versuchszeiten gemacht, um die stimulierende Wirkung schwacher Schutzmittelgaben in Abhängigkeit von der Zeit zu betrachten.

3.421 Versuche mit Normklötzchen

Hierfür kam die Kolleschalen-Methode zur Anwendung. Als Unterlagen für die Klötzchen wurden statt der in DIN 52176 vorgeschriebenen Glasbänkchen Bierflaschengummiringe benutzt, die den gleichen Zweck erfüllen. Jeder imprägnierten Probe wurde ein Kontrollklötzchen gleicher Abmessung beigegeben. Es wurde mit 2 Parallelen je Pilz gearbeitet. Die Versuchsdauer betrug 4 Monate, die Prüftemperatur 20° C

Die Versuche zeigten, dass Coniophora cerebella von allen 6 Mitteln deutlich stimuliert wurde, während sich Poria Vaillantii von den Mitteln, mit Ausnahme des Steinkohlenteeröls wesentlich weniger beeinflussen liess. Die Ergebnisse dieser, für das Gesamtbild der Arbeit mit am wichtigsten erscheinenden Versuche sind in den Bildern 26 bis 31 graphisch dargestellt. Wo die stark ausgezogenen Kurven der Mittelkonzentrationswerte die dünngezeichneten der Kontrollwerte überschreiten, sind die eine Stimulation kennzeichnenden partiellen Integrale schraffiert wiedergegeben.

Gegenüber den Kontrollklötzchen zeigen folgende Mittelkonzentrationen den höchsten prozentualen Gewichtsverlust (bezogen auf das Ausgangs-Darrgewicht) :

bei Coniophora cerebella

Natriumfluorid	$2 \cdot 10^{-2}$,	viertstärkste Konzentration,
Sublimat	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$,	neuntstärkste " "
Magnesiumsilicofluorid	$2 \cdot 10^{-2}$,	viertstärkste " "
Hydrogenfluorid	$2 \cdot 10^{-2}$,	viertstärkste " "
Steinkohlenteeröl	$4 \cdot 10^{-2}$,	sechststärkste " "
Chlornaphthalin	$5 \cdot 10^{-3}$,	zehntstärkste " "

bei Poria Vaillantii

Natriumfluorid	$5 \cdot 10^{-3}$,	sechststärkste Konzentration,
Sublimat	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$,	achtstärkste " "
Magnesiumsilicofluorid	$1 \cdot 10^{-4}$,	schwächste " "
Hydrogenfluorid	$4 \cdot 10^{-4}$,	zehntstärkste " "
Chlornaphthalin	$3 \cdot 10^{-3}$,	elftstärkste " "

Die von J.LIESE (1931) für den Kellerschwamm gefundenen Werte von Natriumfluorid $5 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-4}$ % liegen zum Teil in dem vom Verfasser festgestellten Stimulationsbereich. Jedoch ist der in dieser Arbeit gefundene Maximalwert der Holzzerstörung bei $2 \cdot 10^{-2}$ % zu suchen, wie ihn

auch HENDERSON (1957) fand, auf den sich offensichtlich KOLLMANN (1958) bezieht. Dieser Wert wird ferner von CARTWRIGHT und FINDLAY (1958) bestätigt.

Poria Vaillantii scheint nicht nur im normalen Grenzwertbereich Sublimat gegenüber unempfindlich zu sein, wie BAVENDAMM (1948) betont, sondern auch im Spektrum unterschwelliger Konzentrationen (siehe Bild 27) .

GERSONDE (1958) fand im Rahmen umfangreicher Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit verschiedener Stämme von 4 Pilzgattungen bei einigen unterschwelligen Konzentrationen einen durch Stimulation bedingten stärkeren Abbau als bei den Kontrollklötzchen. Seine Ergebnisse werden auszugsweise mit den vorliegenden verglichen und sind in Tabelle 6 aufgeführt. Alle in kg/m^3 ausgedrückten Konzentrationszahlen GERSONDEs sind, was die wasserlöslichen Mittel betrifft, mit dem Faktor 7 , die öligen und mit Chloroform verdünnten Mittel mit dem Faktor 8 , entsprechend den Angaben von SCHULZE, THEDEN und STARFINGER (1950) umgerechnet. Über die Trennung der Poria-Arten vaporaria und Vaillantii besteht offenbar keine Klarheit. HENNINGS (1903) bezeichnet P.Vaillantii und P.vaporarius (Pers.) als Formen von Polyporus vaporarius (Pers.) Fr., BAVENDAMM (1952) gibt Poria Vaillantii als Synonym von Poria vaporaria an, und GERSONDE (1958) fasst sie als verschiedene Arten auf. Aus diesem Grunde sind GERSONDEs Werte für beide Pilze angegeben.

Alle Coniophora-Stämme GERSONDEs zeigen bei $3 \cdot 10^{-3}$ % Dinatriumarsenat deutliche Stimulation, jedoch keiner von ihnen bei $3 \cdot 10^{-2}$ % Magnesiumsilicofluorid, wie es in der vorliegenden Arbeit der Fall ist.

Tabelle 6 . Vergleiche einiger von GERSONDE (1958) bei holzzerstörenden Pilzen gefundenen und durch Stimulation bedingten Gewichtsverlust-Werte mit den vorliegenden Teilergebnissen

Mittel	Konzentration (%)	Prüfpilz	bei n Stämmen	Verhältnis der Zahlen: GERSONDEs Werte liegen
Natrium-fluorid	$2 \cdot 10^{-2}$	C. c.	1	auf gleicher Ebene
	$4 \cdot 10^{-3}$ / $5 \cdot 10^{-3}$	P. vap.	2	" " "
	$4 \cdot 10^{-3}$ bis $7{,}5 \cdot 10^{-3}$	P. Vaill.	2	" " "
Sublimat	$1 \cdot 10^{-2}$	C. c.	1	" " "
	$7{,}5 \cdot 10^{-3}$ / $1 \cdot 10^{-2}$	P. vap.	1	höher
	$4 \cdot 10^{-3}$ bis $1 \cdot 10^{-2}$	P. Vaill.	1	"
Magnesium-silico-fluorid	$3 \cdot 10^{-3}$ bis $7{,}5 \cdot 10^{-3}$	P. vap.	1	nur bei $5 \cdot 10^{-3}$ auf gleicher Ebene
	$3 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$	P. Vaill.	2	" " "
Steinkohlenteeröl	$2 \cdot 10^{-1}$ bis $5 \cdot 10^{-1}$	C. c.	3	auf gleicher Ebene
	$5 \cdot 10^{-1}$ / $7{,}5 \cdot 10^{-1}$	P. vap.	2	beim Verfasser keine Stimulation
	$1{,}5 \cdot 10^{-1}$ bis $7{,}5 \cdot 10^{-1}$	P. Vaill.	1	" " "
	$5 \cdot 10^{-1}$ / $7{,}5 \cdot 10^{-1}$	P. Vaill.	1	" " "
Chlornaphthalin	$2 \cdot 10^{-1}$ bis $5 \cdot 10^{-1}$	C. c.	1	höher
	$1 \cdot 10^{0}$	P. vap.	1	auf gleicher Ebene
	$5 \cdot 10^{-1}$ / $7{,}5 \cdot 10^{-1}$	P. Vaill.	1	niedriger

Die in Tabelle 6 angestellten Vergleiche sind allerdings cum grano salis zu betrachten, da GERSONDE allgemein nur eine 3-monatige Versuchsdauer bevorzugte und zudem von seinen 3 Parallelen jeweils nur den Maximalwert an Gewichtsverlust der getränkten Klötzchen angibt, weil nach seinen Angaben ein Mittelwert "bei 3 Parallelen weder etwas über die natürliche Streuung noch über den Fehlerbereich der methodischen Zufälligkeiten auszusagen vermag." Die Gewichtsverluste der Kontrollen wurden von ihm gemittelt, da sie lediglich die Virulenz der entsprechenden Stämme beurteilen sollen. Freilich sind diese Darlegungen GERSONDEs gerechtfertigt, wohl aber auch die Mittelwertbildung des Verfassers aus je 2 Gewichtsverlustwerten behandelter Klötzchen, da nur im unterschwelligen Bereich gearbeitet wurde.

Wie bereits SCHULZE, THEDEN und STARFINGER (1950) bei Grenzwertfestlegungen von Holzschutzmitteln feststellen konnten, sind auch in den vorliegenden unterschwelligen Bereichen die Grenzen des Stimulationsbeginns unscharf, trotzdem im letzteren Falle jede zweite Stufe der Konzentrationsreihe ausgelassen wurde.

3.422 Versuche mit halben Normklötzchen

Von J. LIESE (1931) wurde angegeben, dass die unterschwelligen Natriumfluoridgaben das Pilzwachstum nur in kurzen Versuchszeiträumen zu stimulieren vermochten, in längeren hingegen nicht. Aus diesem Grunde wurde ausser den 4-monatigen Normklötzchenprüfungen ein 2-monatiges, jedoch mit halben Normklötzchen arbeitendes Verfahren zur Feststellung des Beginns des Stimulationsbereiches angewendet. Nach den Angaben von SCHULZE, THEDEN und STARFINGER (1950) ist der prozentuale Gewichtsverlust bei halben Normklötzchen geringer als derjenige bei Normklötzchen. Dies erfährt in der vorliegenden Arbeit nicht immer eine Bestätigung und mag wohl daran liegen, dass das genannte For-

scherteam zwar mit den gleichen Versuchszeiten, jedoch nur im Bereich von hemmenden Konzentrationen arbeitete.

Die Versuchsanordnung war bis auf die kürzere Prüfzeit die gleiche wie bei Abschnitt 3.421 . Die Prüfung erfolgte je Mittelkonzentration und Pilz in 2 Parallelen.

Beim Versuchspilz Coniophora zeigen Sublimat und Chlornaphthalin wenig klare, alle anderen 4 Mittel deutliche "Stimulationszentren", während Poria lediglich durch Natriumfluorid und zum Teil auch durch Chlornaphthalin zu besonders verstärkter Tätigkeit angeregt wird, was aus den Bildern 26 bis 31 ersichtlich ist.

Gegenüber den korrespondierenden Kontrollen zeigen folgende Mittelkonzentrationen den höchsten, durch Stimulation bedingten, prozentualen Gewichtsverlust:

bei Coniophora cerebella

Natriumfluorid	$1 \cdot 10^{-4}$,	schwächste Konzentration,
Magnesiumsilicofluorid	$2 \cdot 10^{-2}$,	viertstärkste " "
Hydrogenfluorid	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$,	achtstärkste " "
Steinkohlenteeröl	$5 \cdot 10^{-3}$,	neuntstärkste " "

bei Poria Vaillantii

Natriumfluorid	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$,	achtstärkste Konzentration,
Chlornaphthalin	$2 \cdot 10^{0}$,	stärkste " " .

Auffallend ist, dass die beiden stärksten Konzentrationen des chlorierten Naphthalins den Holzabbau von Poria stimulieren, was bei keinem anderen Mittel in derartigen Dosierungen der Fall ist.

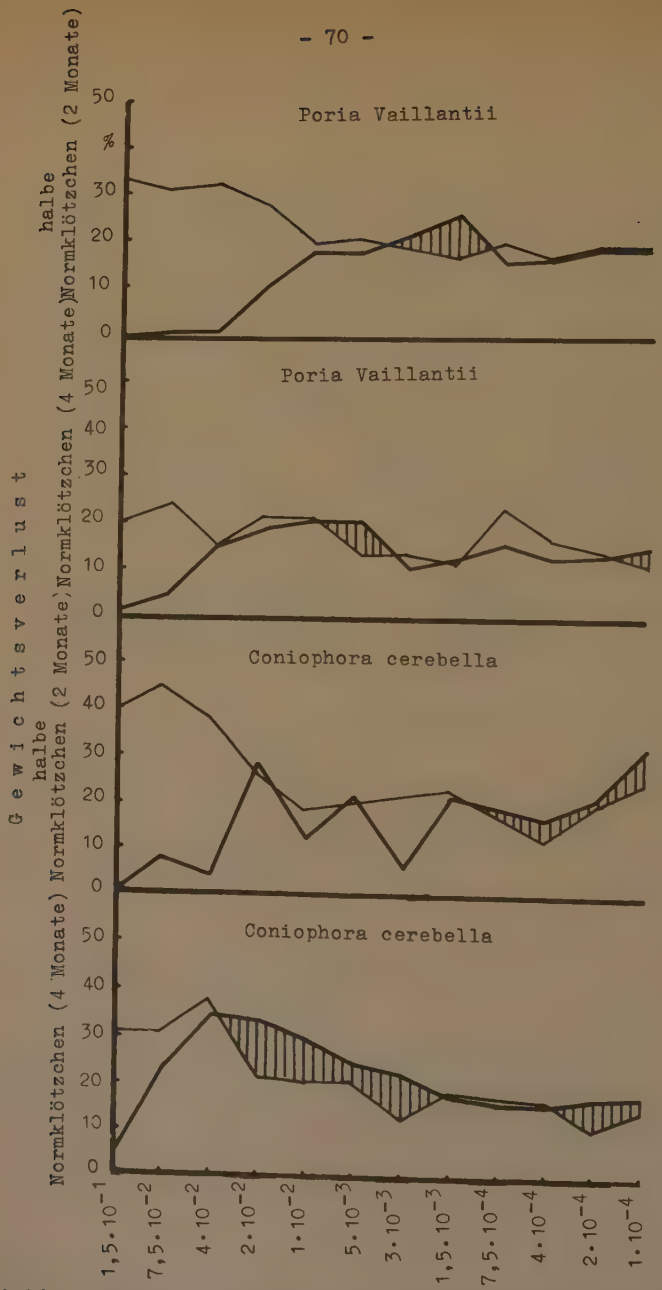


Bild 26. Wirkung verschiedener Natriumfluorid-Konzentrationen auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

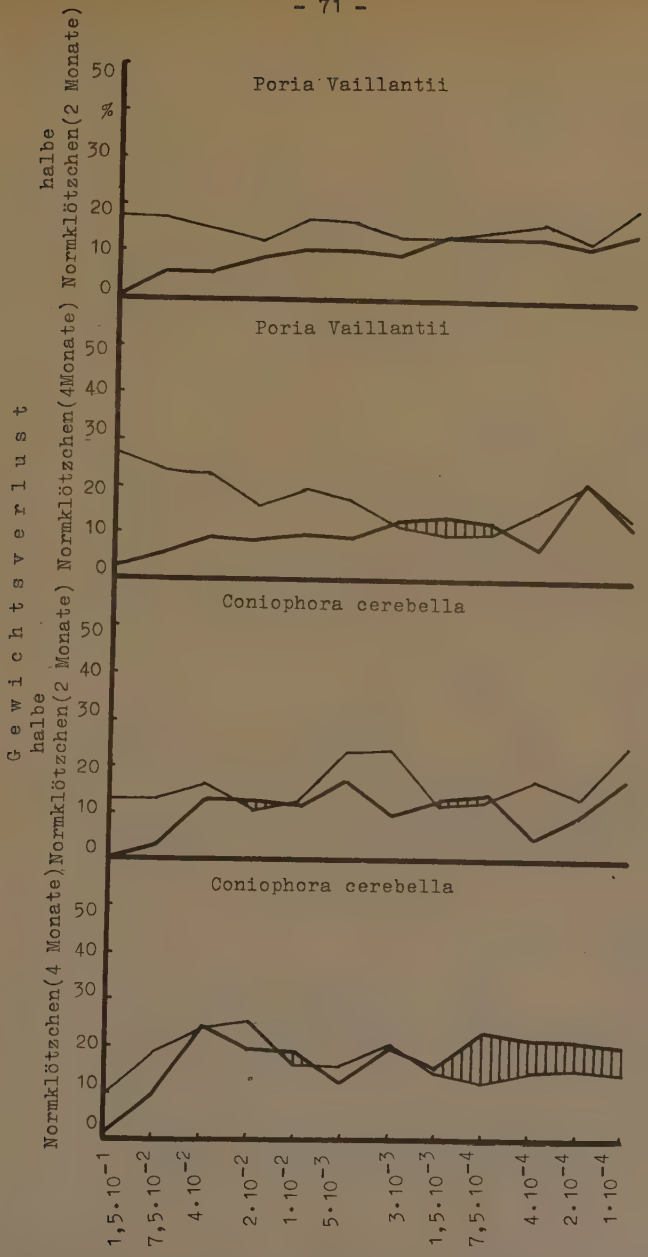


Bild 27. Wirkung verschiedener Sublimat-Konzentrationen auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

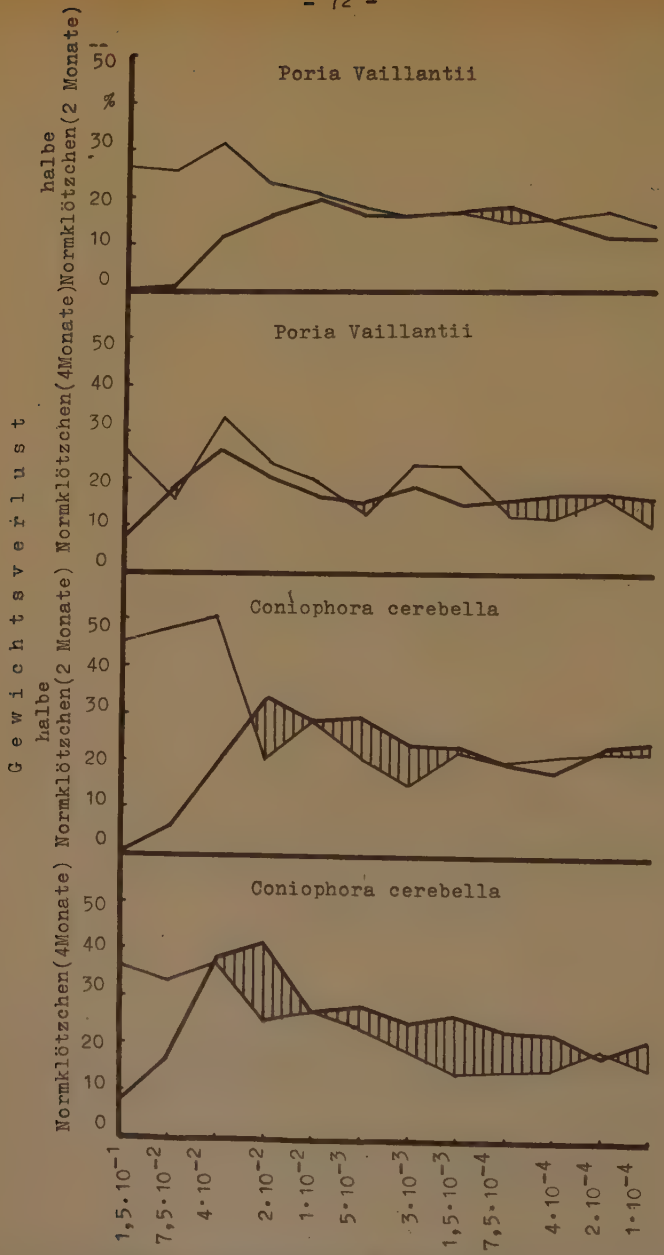


Bild 28. Wirkung verschiedener Magnesiumsilicofluorid-Konzentrationen auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

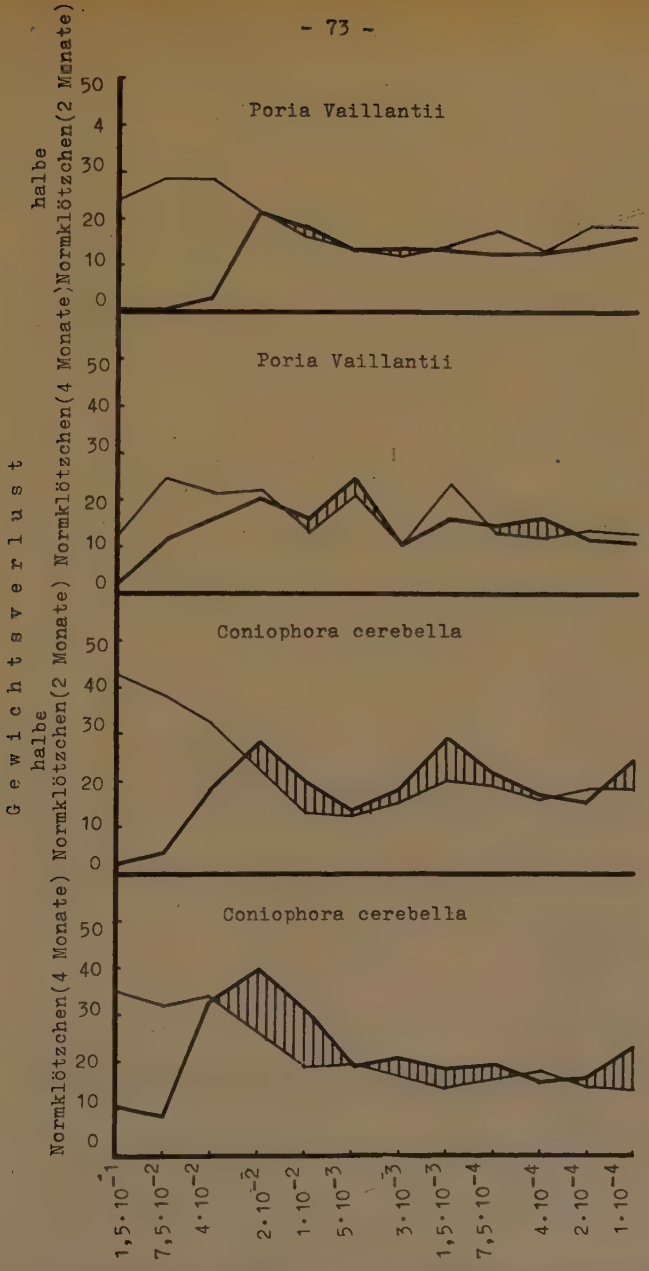


Bild 29. Wirkung verschiedener Hydrogenfluorid-Konzentrationen auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

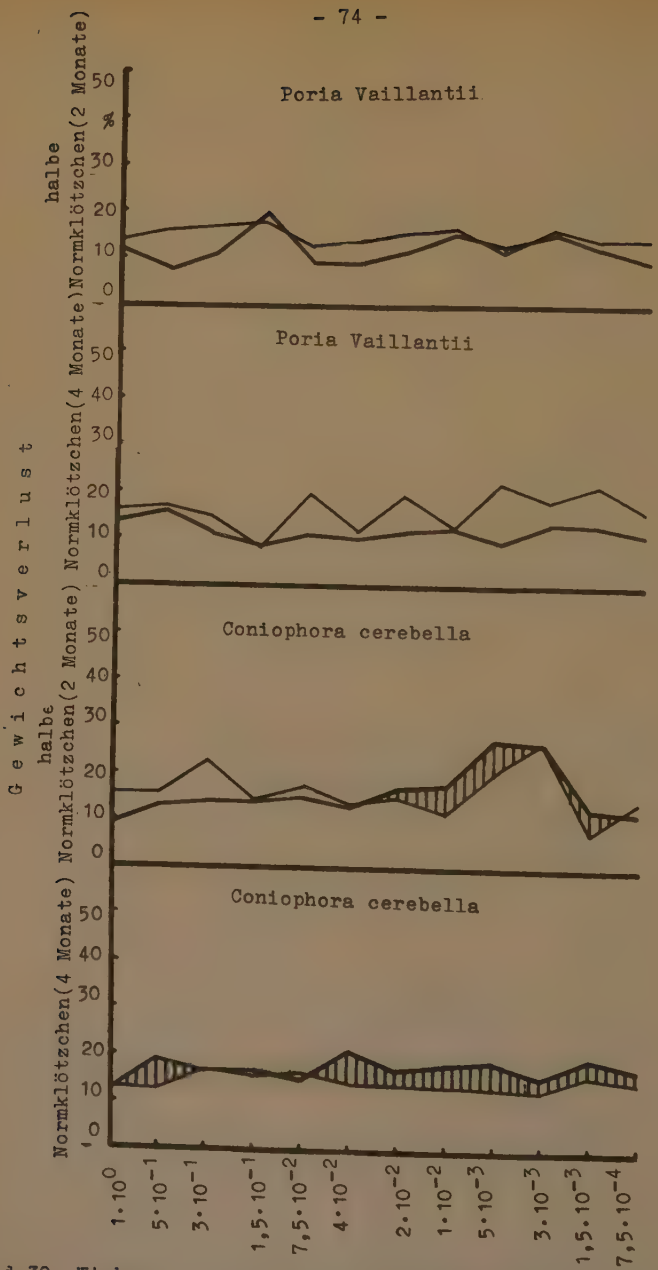


Bild 30. Wirkung verschiedener Steinkohlenteeröl-Konzentrationen auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

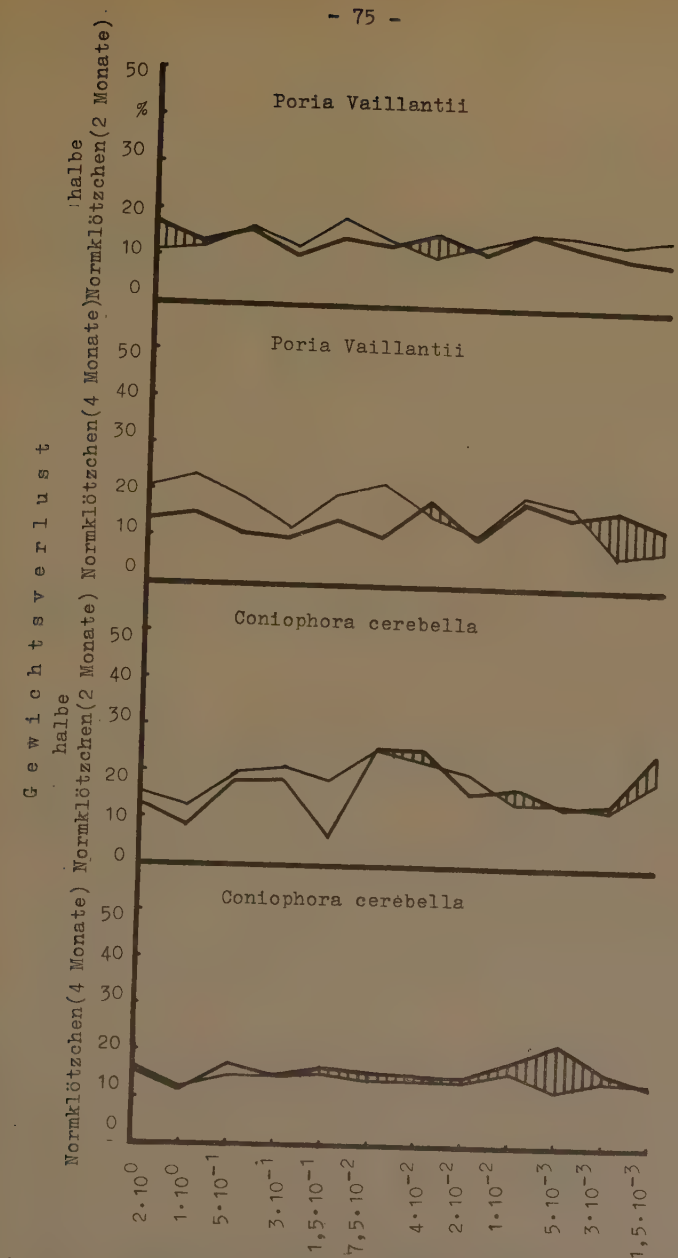


Bild 31. Wirkung verschiedener Konzentrationen eines Chlornaphthalinpräparates auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

3.423 Vergleiche zwischen den beiden Versuchsarten

Die Werte der Normklötzchen-Gewichtsverluste nach 4-monatiger Versuchsdauer zeigten gegenüber den Gewichtsverlustwerten halber Normklötzchen nach 2-monatiger Versuchsdauer unter Ausnahme der starken Chlornaphthalin-Konzentrationen eine eindeutige Überlegenheit. Demgegenüber steht allerdings die von J.LIESE (1931) getroffene und im Abschnitt 3.422 erwähnte Feststellung.

Aus dem so unterschiedlichen Verhalten der beiden holzzerstörenden Pilze gegenüber unterschwelligen Holzschutzmittel-Konzentrationen bei verschiedenen Probeabmessungen und der damit verbundenen,verschieden langen Versuchsdauer kann lediglich vermutet werden, dass die Wirkung der Mittel auf das Fermentsystem langsam vonstatten geht und die Pilze folglich eine längere Anlaufzeit zur gesteigerten Abbautätigkeit benötigen.

Aus dem im Abschnitt 2.23 angeführten Schrifttum ist zu ersehen, dass fast alle Autoren sich mit den von ihnen benutzten Verdünnungen in dem für diese Arbeit festgesetzten Konzentrationsspektrum bewegen. Es sei an dieser Stelle betont, dass die Herstellung noch geringerer Verdünnungen nicht nur äusserst schwierig verlaufen dürfte, sondern dass diese mit der dann zunehmenden Ungenauigkeit unter Umständen mit stark streuenden Versuchsfehlern behaftet sind.

Im allgemeinen beginnt die Stimulation der Holzzerstörung durch Coniophora cerebella bereits bei schwacher Verdünnung der Mittel, während dies bei Poria Vaillantii erst bei starken Verdünnungen der Fall ist. Diese Feststellung ist für die Praxis sehr wichtig, da in kellerschwammgefährdeten Räumen dem Wirkungsverlust der Holzschutzmittel durch rechtzeitigen Nachschutz entgegengetreten werden muss.

3.424 Versuche mit Chelatbildnern und Deutung der Stimulation

Die in den Abschnitten 2.23 und 2.24 angegebenen Autoren PFEFFER (1895), BORTELS (1927), LOHWIG (1932), BERNHAUER et.al. (1939), NILSSON et al. (1942), RIPPEL-BALDES (1947), COCHRANE (1958), STILES (1958) und HAEHN (1960) beschäftigten sich hauptsächlich mit der Wirkung von Spurenelementen metallischer Art auf das Wachstum und auf den Stoffwechsel von Mikropilzen, wobei die meisten der genannten Forscher diesen Spurenelementen ausschliesslich katalytische Wirkungsweise zusprechen.

Jede Pflanze kann metallische Spurenelemente nur in Form wasserlösliche Salze aufnehmen. Selbstverständlich war vielen der obengenannten Forscher bekannt, wie und bei welchen Wasserstoffionenkonzentrationen diese Salze dissoziieren, um überhaupt ihre Wirksamkeit zu entfalten. Von allen Genannten äussert später nur RIPPEL-BALDES (1952) den Gedanken, dass neben den Kationen auch Anionen wirksam werden können. Die Überlegung, ob die nichtmetallischen Anionen Verwendung in den Fermentsystemen finden, soll im folgenden angestellt werden.

Es sind, wie bereits bemerkt, kaum Untersuchungen über katalytische Wirkungen von Spurenelementen beim Stoffwechsel holzzerstörender Pilze bekannt, und es gilt, das Phänomen der Stimulation durch geringdosierte Gifte, die in höheren Konzentrationen eine Pilztätigkeit inhibieren, wenigstens zu deuten.

Alle in dieser Arbeit verwendeten Holzschutzmittel besitzen neben den bei der Dissoziation vorhandenen metallischen bzw. Stoffgruppen-Kationen entsprechende nichtmetallische bzw. Stoffgruppen-Anionen. Den Kationen soll eine eventuelle katalytische Wirkung bei der Synthese artspezifischer Fermentsysteme nicht grundsätzlich abgesprochen werden, weil einmal hierfür keine Beweisführung er-

folgen kann und zum anderen kaum Arbeiten vorliegen. Der Verfasser ist aber der Ansicht, dass die Anionen der 6 Holzschutzmittel entweder gewisse fermenteigene Spurenmetalle oder im Holz vorhandene Spurenelemente maskieren und sie aus dem Stoffwechselprozess heraushalten, was sich - das betrifft die Fermente - durch verstärkte Tätigkeit des Pilzes oder - das geht die natürliche Resistenz des Holzes an - durch eine Dauerhaftigkeitsverminderung ausdrückt.

Von zwei speziell in der pharmazeutischen Chemie verwendeten Chelatbildnern, die vornehmlich zum Titrieren von Schwermetallen benutzt werden und die mit den von ihnen maskierten Metallen heteromorphe Ringe (sogenannte Chelate oder Komplexe) bilden, wurden, von ihrer höchsten Wasserlöslichkeit ausgehend, in den den 6 Mitteln entsprechenden Konzentrationsspektren Verdünnungen hergestellt und ihre Wirkungsweise auf die Pilze Coniophora cerebella und Poria Vaillantii in 4-monatigen Kolleschalenversuchen untersucht. Es sind dies:

8-Oxy-Chinolin in 16 Doppelstufen und
Aethylendiaminotetraessigsäure (Titriplex II) in 15 Doppelstufen der Konzentrationsreihe.

Im internationalen Sprachgebrauch wird die letztgenannte Verbindung auch EDTA (ethylene-diamino-tetraacetic-acid) genannt.

Es erübrigt sich, darauf hinzuweisen, dass diese beiden Chemikalien keine Metalle, die eventuell als Katalysatoren wirken könnten, enthalten.

Die stimulierende Wirkung der beiden Chelatbildner auf die beiden Versuchspilze ist aus den Bildern 32 und 33 zu ersehen. Die Auslösung einer Fruchtkörperbildung bei Coniophora und Poria wird im Abschnitt 3.44 besprochen.

Während 8-Oxy-Chinolin bei Poria bereits in einer Verdünnung von $5 \cdot 10^{-2}$ % stimulierende Eigenschaften besitzt, ist dies bei Coniophora erst ab $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ % und niedriger der Fall. Ein ähnliches Empfindlichkeitsverhältnis zwischen beiden Versuchspilzen besteht bei der Gegenwart der Aethylendiaminotetraessigsäure. Poria wird bereits von der höchsten wasserlöslichen Konzentration von $1{,}5 \cdot 10^{-1}$ % veranlasst, vermehrt Holz abzubauen, während Coniophora praktisch erst bei $3 \cdot 10^{-3}$ % anspricht. Gegenüber den Kontrollklötzchen zeigen folgende Mittelkonzentrationen den höchsten prozentualen Gewichtsverlust:

bei Coniophora cerebella

8-Oxy-Chinolin	$1 \cdot 10^{-5}$,	fünfzehntstärkste Konz.,
Aethylendiamino-tetraessigsäure	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$,	neuntstärkste " .

bei Poria Vaillantii

8-Oxy-Chinolin	$4 \cdot 10^{-5}$,	dreizehntstärkste Konz.,
Aethylendiamino-tetraessigsäure	$3 \cdot 10^{-3}$,	siebentstärkste " .

Allen in den Bildern 32 und 33 vorhandenen Werten liegen je 2 Einzelwerte zu Grunde.

BERTRAND und WOLF (1960) fanden, dass bei Aspergillus niger das Natriumsalz der Aethylendiaminotetraessigsäure bei pH 7 das Initialwachstum des Mycels hemmte. Bei einer Konzentration von ca. $3 \cdot 10^{-1}$ EDTA (diese Zahl ist vom Verfasser umgerechnet) wurde Magnesium blockiert, jedoch wurde ein Fermentsystem in den Sporen veranlasst, Gluconsäure zu bilden, die ihrerseits das Kulturmedium auf pH 4 ansäuerte, so dass eine Komplexbildung nicht mehr möglich war und die Spurenelemente ihre weitere Wirksamkeit entfalten sowie das Mycel weiterwachsen konnten.

Es ist bekannt, dass diese beiden Chelatbildner in höheren Konzentrationen als Gifte wirken, und es liegt der Schluss nahe, dass eine biochemische Verwandtschaft mit den 6 Holzschutzmitteln besteht. Damit wäre der Anfang einer Beweisführung gemacht, wonach die bei der Dissoziation unserer Holzschutzmittel entstehenden Anionen und nicht die Kationen gewisse Fermentsysteme anregen. Der exakte Beweis dieser originellen Auffassung des Verfassers kann jedoch erst von der Biochemie erbracht werden.

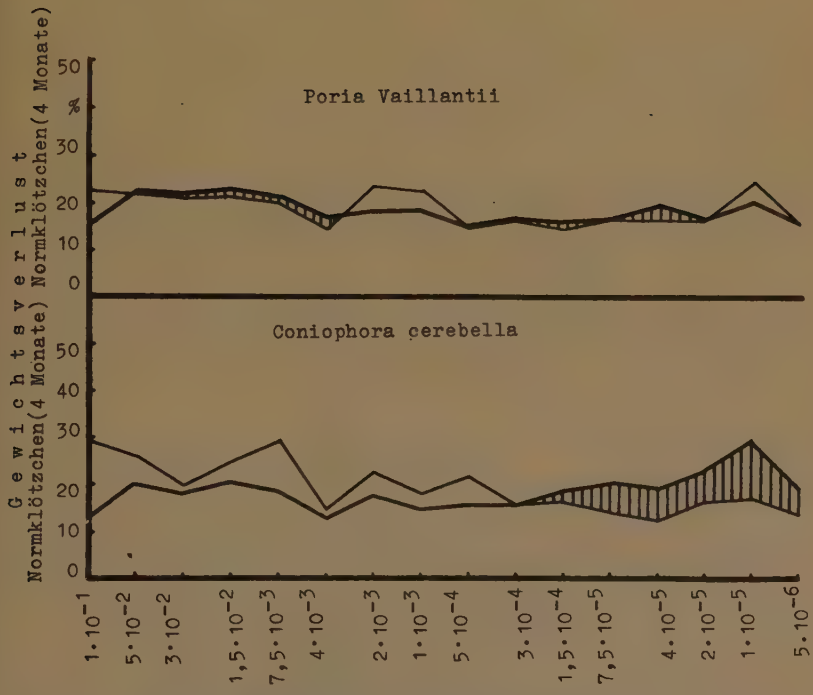


Bild 32. Wirkung verschiedener 8-Oxy-Chinolin-Konzentrationen auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

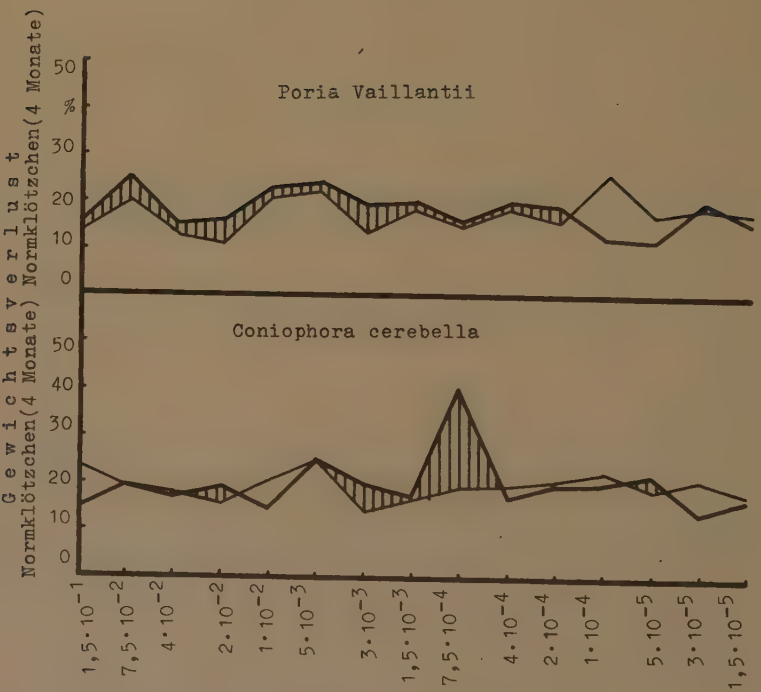


Bild 33. Wirkung verschiedener Aethylendiaminotetraessigsäure-Konzentrationen auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze

3.43 Morphologische Veränderungen der Hyphen bei einen Pilzabbau stimulierenden Konzentrationen

Auf Grund des beobachteten Chemotropismus der Pilzmycelien gegenüber unterschwelligen Schutzmittelgaben sowie der den Holzabbau stimulierenden Wirkung derartiger Konzentrationen wurden einmal Objektträgerkulturen und zum anderen Mikrotom-Radialschnitte von verpilzten Klötzchen für die Messzwecke herangezogen.

Bei den Versuchen wurde folgendermassen vorgegangen: Im sterilen Raum wurden Objektträger mit einer dünnen Schicht Malzagar versehen und auf dem einen Ende mit einem Anlockklötzchen (Viertel-Normklötzchen) sowie auf dem anderen Ende mit einem Impfstück belegt (siehe Bild 34).

Bild 34 . Objektträgerkultur

Das Impfmaterial entstammte in jedem Falle aus frisch beimpften und gerade zugewachsenen Petrischalen. Die Impflocken wurden seitlich aufgebracht, so dass die angeschnittene Mycelschicht mit der Nährbodenschicht des Objektträgers in Berührung kam und damit sofort weiterwachsen konnte.

Die Aufbewahrung der Objektträger erfolgte in Petrischalen von 135 mm Durchmesser. Wegen der Gefahr der Verunreinigung durch Schimmelpilze wurden pro Konzentration je 9 Objektträger angesetzt. Davon wurde an drei bestimmten Tagen je 1 Objektträger für die Messungen herangezogen. Nach der Messung unter nicht sterilen Verhältnissen konnte die Kultur nicht mehr verwendet werden.

Für Sublimat kamen pro Versuchspilz 3 , für alle anderen Mittel 5 Konzentrationen in Frage. Die einzelnen Stufen hatten einen Abstand von 4 Intervallen der geometrischen Reihe $\sqrt[3]{10}$. Die Kontrollkulturen wurden in gesonderten Schalen aufbewahrt.

Da, wie bei den Objektträgerkulturen, die Mittel ohne Kontrollen als Stimulatoren wirken sollten, wurden Normklötzchen der entsprechenden Konzentrationen allein in Kolleschalen eingebaut und 2 Monate dem Pilzangriff ausgesetzt. Sodann konnten von den verpilzten Klötzchen 1o bis 15μ dicke Radialschnitte (ca. 1 mm unter der Oberfläche) angefertigt werden. Die Prüftemperatur betrug sowohl für die Objektträgerkulturen als auch für die Normklötzchenverpilzung ca. 20° C .

Das Luftmycel und die von verpilztem Holz hergestellten Radialschnitte wurden ungefärbt und unter den gleichen osmotischen Bedingungen, also unter Wasser und Deckglas beobachtet. Für die Untersuchungen wurde das Mikroskop "Ortholux" der Fa. Leitz mit einem 45er Objektiv und einem 12,5-fachen Okular-Schraubmikrometer benutzt.

Bei der Vermessung des Luftmycels kamen grundsätzlich nur Haupthyphen infrage. Als solche wurden nur diejenigen angesehen, die mindestens 5 Nebenhyphen hatten. In jedem Falle wurde der Objektträger senkrecht zur Hyphenrichtung abgefahren und 10 hintereinander liegende Haupthyphen vermessen, wobei die Messpunkte mindestens 50μ von der letzten Nebenhyphensprossung beziehungsweise von der letzten Schnallenbildung sowie 15μ von der Spitze entfernt lagen.

Die in den Bildern 35 bis 46 enthaltenen Werte wurden 2, 4 und 6 Tage nach dem Beimpfen ermittelt. Längere Zeit die Objektträger aufzubewahren, ist nutzlos, da die Innenfeuchtigkeit der Petrischalen durch das Austrocknen der feuchtsterilisierten Anlockklötzchen und der dünnen Nährbodenschicht absinkt und damit die Virulenz des Pilzes beeinträchtigt wird.

In den Schaubildern 34 bis 46 sind den Abszissenwerten folgende Konzentrationen gleichzusetzen:

1 =	$4 \cdot 10^{-2}$ %	8 =	$4 \cdot 10^{-4}$ %
2 =	$2 \cdot 10^{-2}$ %	9 =	$2 \cdot 10^{-4}$ %
3 =	$1 \cdot 10^{-2}$ %	10 =	$1 \cdot 10^{-4}$ %
4 =	$5 \cdot 10^{-3}$ %	11 =	$5 \cdot 10^{-5}$ %
5 =	$3 \cdot 10^{-3}$ %	12 =	$3 \cdot 10^{-5}$ %
6 =	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$ %	14 =	$7{,}5 \cdot 10^{-6}$ %
7 =	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$ %	K =	Kontrollwerte

In fast allen Fällen konnte beobachtet werden, dass sich die Coniophora-Hyphen zur Spitze hin verjüngen. Folglich findet später, wahrscheinlich durch Erhöhung des Turgors eine Art Dickenwachstum statt. Hingegen bleiben die Poriahyphen zur Spitze hin mehr oder weniger zylindrisch.

Die im Holz wachsenden Hyphen wurden an solchen Stellen vermessen, an denen sie auf einer Länge von mindestens 15μ frei und nicht an die Zellwand der Frühholztracheiden angelehnt angetroffen wurden. Ihre Wuchsrichtung, parallel oder quer zu den Tracheiden, blieb dabei unberücksichtigt.

Die genannten Bilder geben die aus je 10 Einzelmessungen erhaltenen Mittelwerte innerhalb der von den Minimal- und Maximalwerten begrenzten und schraffiert dargestellten Variationsbreiten der Hyphendurchmesser wieder. Bei den Kontrollwerten (K) lagen 30 Einzelmessungen (jeweils 3 Objektträger mit 10 Messwerten) zu Grunde. Ins-

gesamt wurden 1120 Einzelmessungen zuzüglich 120 Kontrollen-Messungen für Coniophora und die gleiche Anzahl für Poria durchgeführt.

Das Luftmycel unterscheidet sich von dem im Holz wuchernden Mycel erheblich: Einmal ist es wesentlich verzweigter, während beim im Holz befindlichen Mycel kaum Schnallen geschweige Nebenhyphen anzutreffen sind. Ferner sind die Hyphen des Luftmycels wesentlich dicker als die im Holz wachsenden. Beim Vergleich der Kontrollwerte beträgt ihr Durchmesser bei Coniophora fast das Vierfache und bei Poria das Zweieinhalb- bis Dreifache. Den höchsten Hyphendurchmesser-Mittelwert erreicht Coniophora nach 4, Poria nach 6 Tagen. Der entsprechende Durchmesser-Mittelwert der im Holz wachsenden Hyphen ist bei Coniophora 1,66 μ und bei Poria 1,68 μ , somit praktisch gleichgross.

Beim Vergleich der Diagramme 35 bis 46 interessieren weniger die einzelnen Konzentrationsstufen und ihr Einfluss auf den Hyphendurchmesser des von ihnen angelockten Mycels, sondern mehr die Tendenz der Konzentrationsspektren der 6 untersuchten Holzschutzmittel. Bei den Coniophora-Lufthyphen verursachten fast alle Stufen des Magnesiumsilicofluorids, des Hydrogenfluorids, des Steinkohlenteeröls und des chlorierten Naphthalins einen grösseren Durchmesser als bei den unbehandelten Kontrollen. Die Poria-Lufthyphendurchmesser hingegen sind nur beim Steinkohlenteeröl und beim Chlornaphthalin deutlich grösser. Einige der genannten Mittel offenbaren ihre diesbezügliche Wirksamkeit bereits nach 2 Tagen, andere erst nach 4 bis 6 Tagen. Die beiden öligen Schutzmittel bewirken allerdings während des gesamten Untersuchungszeitraumes grössere Lufthyphendurchmesser. Eine Proportionalität zwischen der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Luftmycels und seinem Hyphendurchmesser besteht nicht.

Alle 6 Holzschutzmittel, deren unterschwellige Konzentrationen den Holzabbau der beiden Versuchspilze fördern,

verursachten in den gleichen Dosierungen einen grösseren Durchmesser der im Holz wachsenden Hyphen gegenüber den Kontrollwerten. Darin dürfte eine eindeutige Proportionalität zwischen der Leistungsfähigkeit in der Holzzerstörung und der Dicke der Hyphen zu sehen sein.

Offensichtlich sind es physikalische und nicht biochemisch bedingte Momente, die den Hyphendurchmesser beim Eindringen der Hyphen in das Holz absinken lassen, und es wäre zu begrüssen, wenn diesen Fragen, insbesondere der der Wuchsgeschwindigkeit von Mycel im Holz im Rahmen einer besonderen Arbeit nachgegangen werden könnte. Interessant wäre ferner zu wissen, ob die Stimulation auch mikrostrukturelle Veränderungen, beispielsweise bei den Mitochondrien, die heute vielfach als Hauptsitz gewisser Fermente angesehen werden, hervorruft. Dies ist aber eine Arbeit, die etliche Erfahrung auf dem Gebiet der Mikrobiologie erfordert.

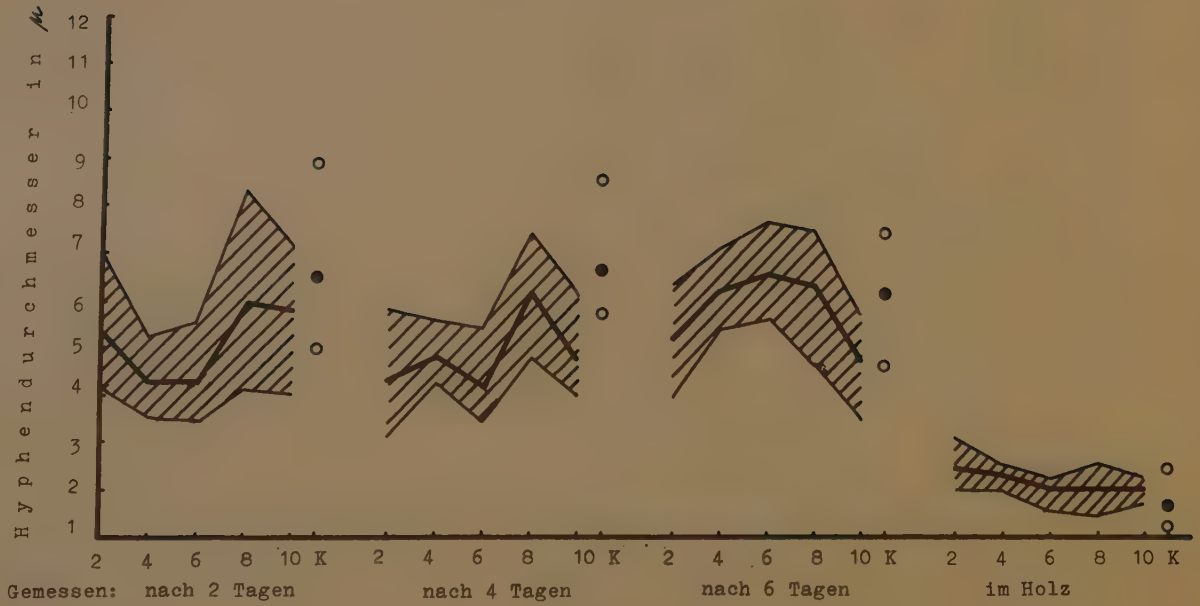


Bild 35. Einfluß stimulierender Natriumfluoridkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Coniophora cerebella

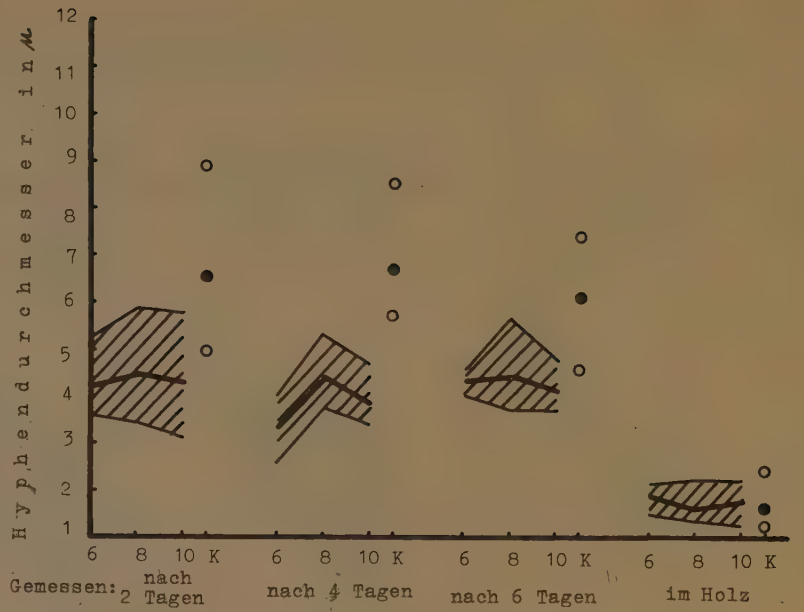


Bild 36. Einfluß stimulierender Sublimatkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Coniophora cerebella

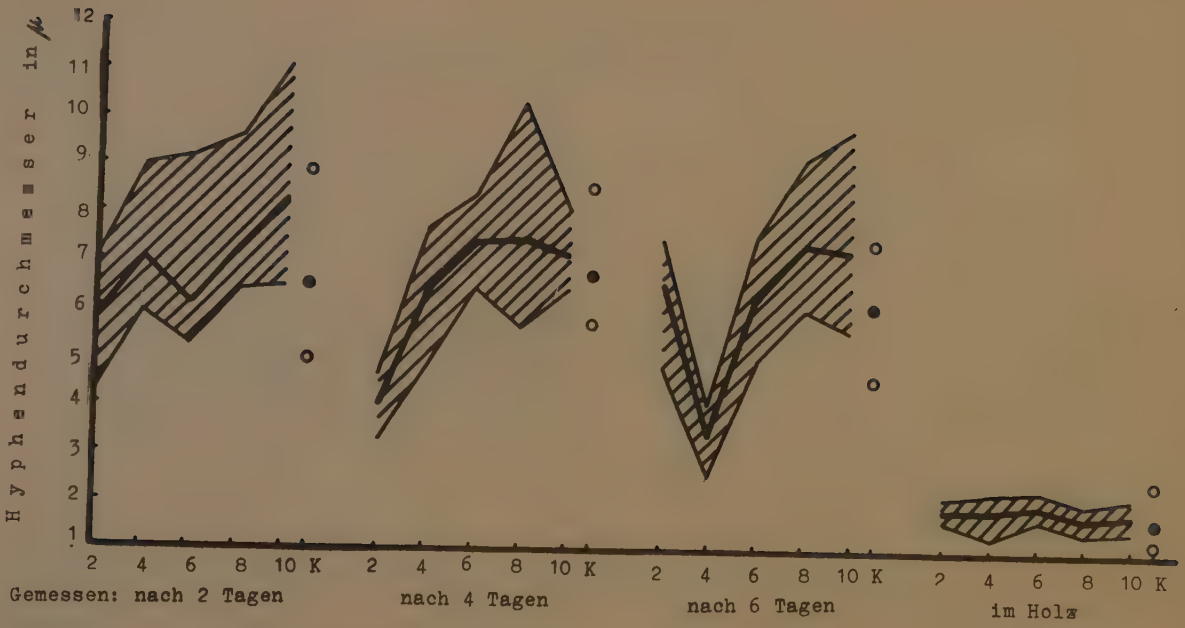


Bild 37. Einfluß stimulierender Magnesiumsilicofluoridkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Coniophora cerebella

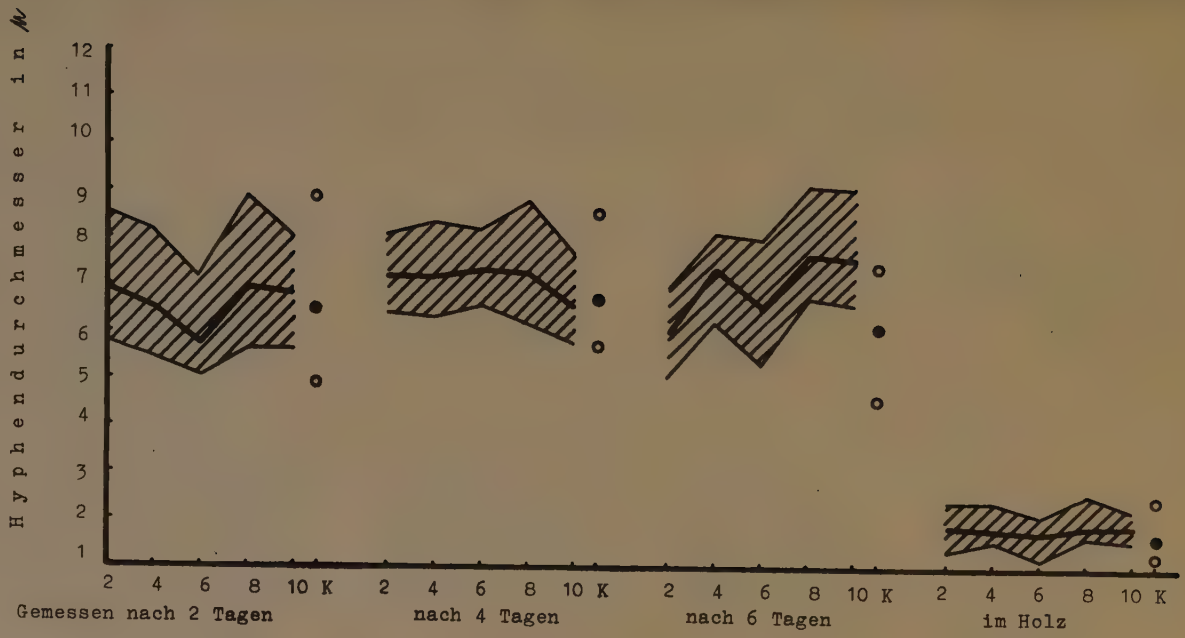


Bild 38. Einfluß stimulierender Hydrogenfluoridkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Coniophora cerebella

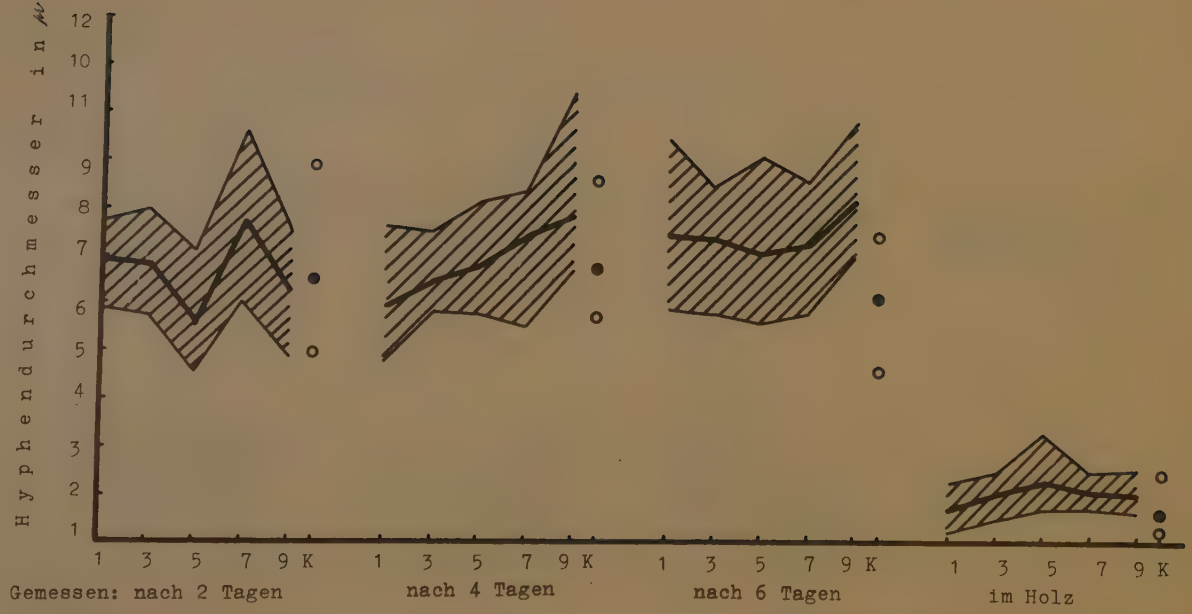


Bild 39. Einfluß stimulierender Steinkohlenteerölkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Coniophora cerevella

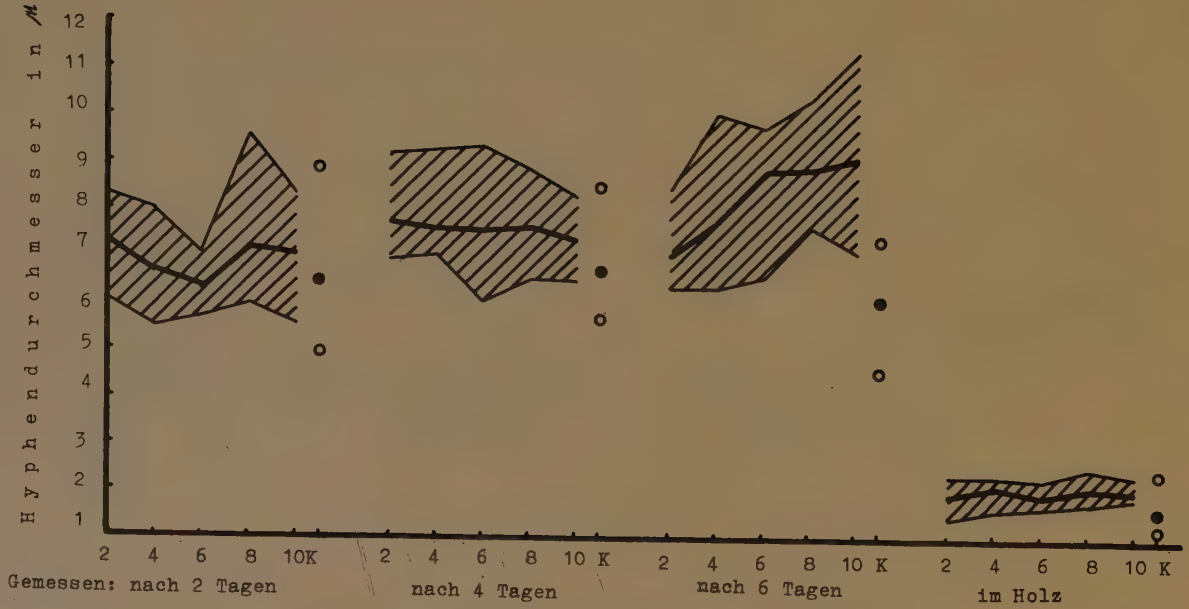


Bild 40. Einfluß stimulierender Chlornaphthalinkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Coniophora cerebella

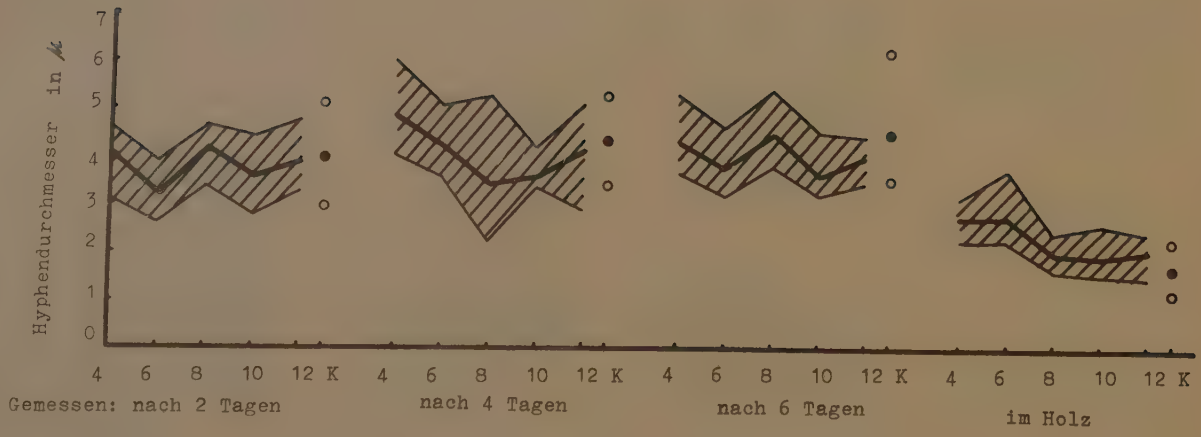


Bild 41. Einfluß stimulierender Natriumfluoridkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Poria Vaillantii

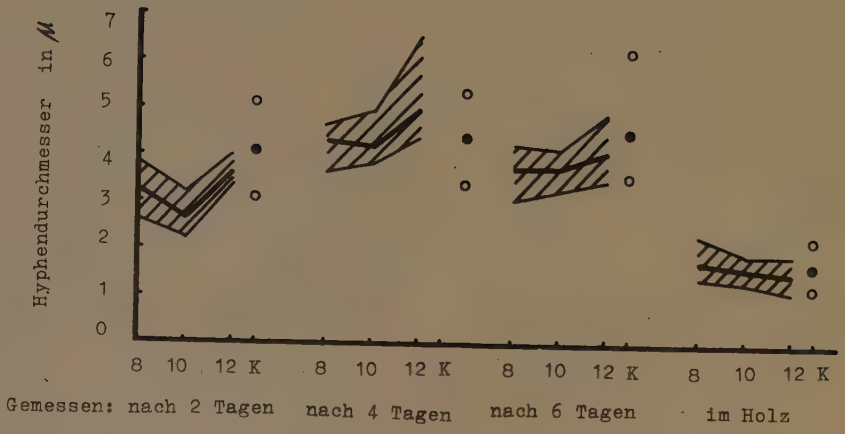


Bild 42. Einfluß stimulierender Sublimatkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Poria Vaillantii

Bild 43. Einfluß stimulierender Magnesiumsilicofluoridkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Poria Vaillantii

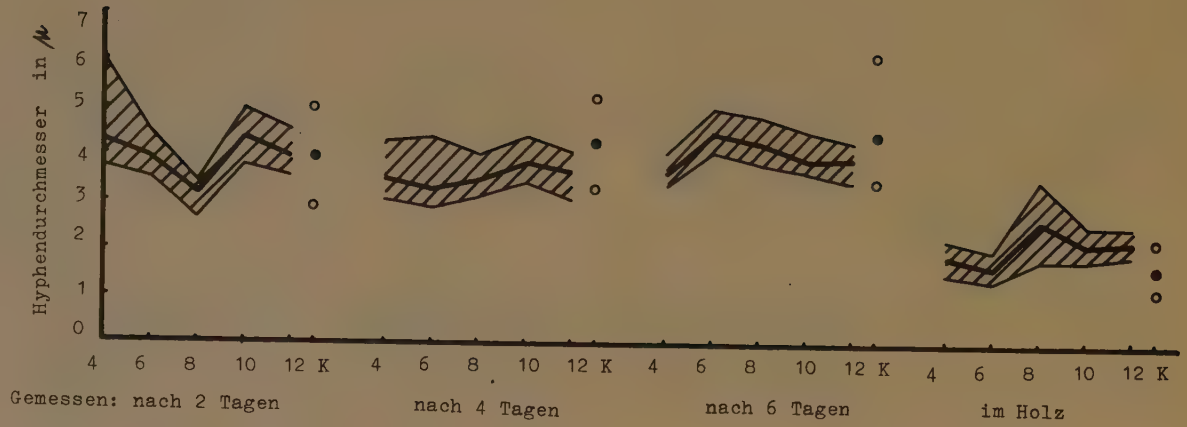


Bild 44. Einfluß stimulierender Hydrogenfluoridkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Poria Vaillantii

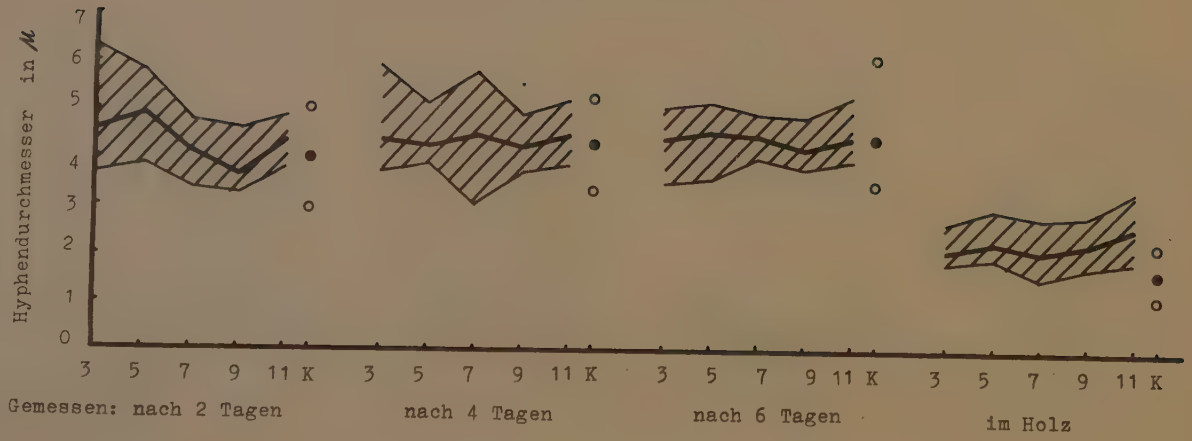


Bild 45. Einfluß stimulierender Steinkohlenteerölkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Poria Vaillantii

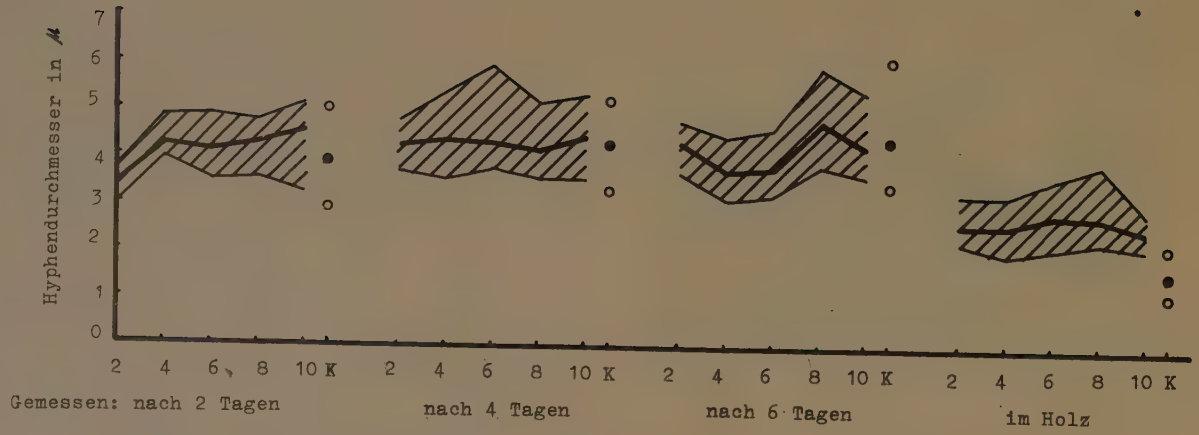


Bild 46. Einfluß stimulierender Chlornaphthalinkonzentrationen auf den Hyphendurchmesser von Poria Vaillantii

3.44 Fruchtkörperbildung

Bei der Verpilzung der im vorangehenden Abschnitt 3.43 erwähnten Normklötzchen für die hyphenmorphologischen Untersuchungen wurden, wie bereits betont, die mit den unterschwelligen Konzentrationen getränkten Proben einzeln in Kolleschalen eingebaut. Nach 2 Monaten zeigten über die Hälfte der mit Coniophora und ein knappes Fünftel der mit Poria beimpften Klötzchen mässige bis üppige Fruchtkörperbildung, und zwar bei folgenden Konzentrationen:

	Coniophora	Poria
Natriumfluorid	$5 \cdot 10^{-3}$ $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-4}$	
Sublimat	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$ $4 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$ $3 \cdot 10^{-5}$
Magnesiumsilicofluorid	$5 \cdot 10^{-3}$ $4 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
Hydrogenfluorid	$5 \cdot 10^{-3}$ $4 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$	
Steinkohlenteeröl	$3 \cdot 10^{-3}$ $7{,}5 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-4}$	
Chlornaphthalin	$4 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$

Bild 47 zeigt einen besonders schön ausgebildeten Fruchtkörper von Coniophora cerebella.

Eigenartigerweise treten die Fruchtkörper bei verschiedenen unterdosierten Konzentrationen nur dann auf, wenn die Kontrollklötzchen fehlen, und es liegt die Vermutung nahe, dass eine inhibierende Fernwirkung unbehandelten Holzes auf die die Fruktifikation bewerkstelligenden Fermente vorhanden sein muss, was chemisch einer Maskierung im gegenläufigen Sinne gleichkäme, und zwar in diesem Falle einer Maskierung durch im Holz vorhandene Spurenmetalle.

Bild 47 . Fruchtkörperausbildung von Coniophora cerebella bei $5 \cdot 10^{-3}$ % Natriumfluorid nach 2-monatiger Versuchsdauer

Die Beobachtungen an den beiden Chelatbildnern 8-Oxychinolin und Aethylendiaminotetraessigsäure zeigen, dass beide Schwermetall-Komplexbildner vornehmlich in den stärkeren Konzentrationen des angewendeten Spektrums eine Fruchtkörperbildung ermöglichen. Sie trat nicht nur bei den solchermassen behandelten Klötzchen sondern auch bei den Kontrollproben der Coniophora-Versuche auf(siehe Bilder 48 und 49). Eine Fruchtkörperbildung bei Poria, die sich bei Anwendung von unterdosierten Holzschutzmittel-Konzentrationen wesentlich geringer als bei Coniophora offenbarte, wurde lediglich von

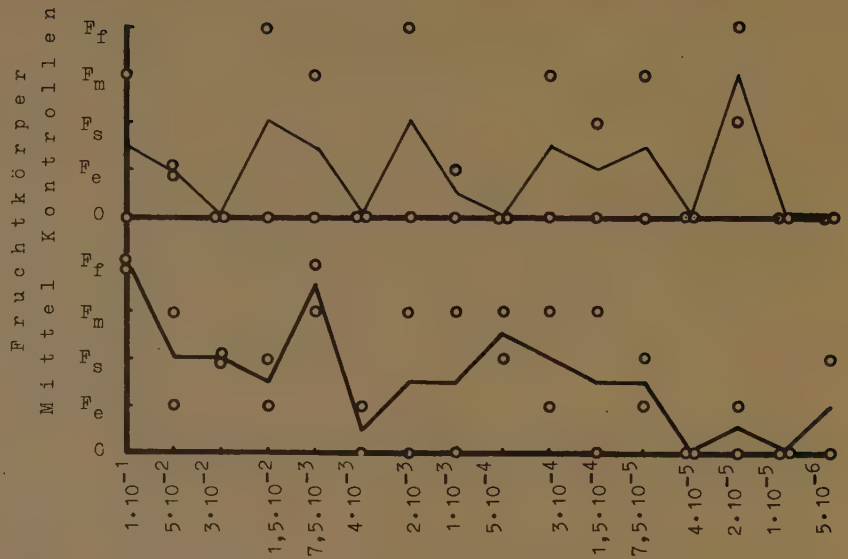
8-Oxy-Chinolin	$3 \cdot 10^{-4}$	und
Aethylendiaminotetraessigsäure	$1{,}5 \cdot 10^{-3}$ $4 \cdot 10^{-4}$	ermöglicht,

dies allerdings in allen drei Fällen nur bei einer der 2 Parallelen und auch bei den korrespondierenden Kontrollklötzchen.

Bei Betrachtung der Bilder 48 und 49 ist ersichtlich, dass eine Fruktifikation auf den unbehandelten Kontrollklötzchen nur dann auftrat, wenn die mit ihnen zusammen geprüften behandelten Proben eine solche zeigten.

Nach WAZNY (1960) nimmt der pH-Wert des Mycels dann zu, wenn Glucose- und Natriumfluorid-Konzentrationen des Mediums erhöht und Fruchtkörper ausgebildet werden. Der pH-Wert der Fruchtkörper war beträchtlich höher als der des Mycels. Die Wasserstoffionenkonzentration der Aethylendiaminotetraessigsäure-Klötzchen, die eine Fruchtkörperbildung hervorriefen, lag auch nur im sauren Bereich. Sie steigt von pH 2 bei $1{,}5 \cdot 10^{-1}$ % auf pH 6 bei $5 \cdot 10^{-3}$ % (siehe Bild 49).

Fruchtkörper des Kellerschwammes und des Porenhausschwammes können folglich bei schwachen Schutzmittel-Konzentrationen auftreten. Es besteht also die Gefahr, dass bei Wirkstoffverlusten von wasserlöslichen und öligen Holzschutzmitteln neben einer stimulierten Holzzersetzung eine weitere und schnellere Verbreitung der Pilze durch Sporen erfolgt.



F_e = Früchkörper im Entstehen; F_s = schwache Fruchtkörper;
F_m = mittlere Fruchtkörper ; F_f = starke Fruchtkörper

Bild 48. Einfluß von 8-Oxy-Chinolin auf die Fruchtkörperbildung bei Coniophora cerebella

F_e = Fruchtkörper im Entstehen; F_s = schwache Fruchtkörper;
F_m = mittlere Fruchtkörper ; F_f = starke Fruchtkörper

Bild 49. Einfluß von Aethylendiaminotetraessigsäure auf die Fruchtkörperbildung bei Coniophora cerebella

3.5 Zusätzliche Beobachtungen an holzzerstörenden und Schimmel-Pilzen

Die Untersuchungen LOEWs (1892) besagen, dass Azeton eine gute Kohlenstoffquelle für Schimmelpilze ist.

Bei den mit Hausbocklarven besetzten Normklötzchen zeigten die mit Azeton verdünnten Konzentrationen von Steinkohlenteeröl $5 \cdot 10^{-3}$, $3 \cdot 10^{-3}$ und $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ sowie die des chlorierten Naphthalins $1{,}5 \cdot 10^{-1}$, $7{,}5 \cdot 10^{-2}$ und $4 \cdot 10^{-2}$ nach 6 Monaten einen deutlichen Bewuchs von Trichoderma viride, höhere und niedrigere Konzentrationen der genannten Mittel hingegen nicht. Es ist anzunehmen, dass nicht allein die öligen Mittel das Grünschimmelwachstum stimulieren, sondern auch das Lösungsmittel einen grossen Teil zu diesem Effekt beisteuert.

Eine deutliche Stimulation von Trichoderma lignorum durch Azeton wurde beiläufig beobachtet: Saftfrisch eingeschnittene Fichten-Kanthölzer wurden zum Schutz gegen allzuschnelle Austrocknung an den Hirnflächen mit Hirnholzabdichtungslack "Finapon" , dem als Lösungsmittel Azeton zu Grunde liegt, bestrichen. 14 Tage nach dieser Behandlung waren die zum Teil stark wasserhaltigen Splintholzteile der Hirnflächen üppig mit Holzschimmel bewachsen, während das trocknere Reifholz der einstieligen Kanthölzer völlig unberührt blieb (siehe Bild 50). Erst Tage darauf zeigten die Tangentialflächen der Kanthölzer mäßigen Schimmelbewuchs. Diese Erscheinung ist nur so zu erklären, dass die aus den Splintholzpartien stammende Feuchtigkeit bei der Diffusion durch die Abdichtungslack-Schicht die restlichen Azetonbestandteile optimal zu verdünnen vermochte.

Bild 50 . Azetonlöslicher Hirnholzabdichtungslack und seine Wirkung auf Trichoderma lignorum an saftfrischen Fichten-Kanthölzern

BAVENDAMM (1953b) erwähnt, dass frisch imprägnierte Dachstuhlhölzer bisweilen gern von Schimmelpilzen befallen werden. Hierzu wurden ergänzende Versuche mit Natriumfluorid, Magnesiumsilicofluorid und Hydrogenfluorid gemacht, wobei die Mittel in 100, 50, 25 und 12,5 %iger Form der handelsüblichen Mengen im Anstrichverfahren auf Kiefernsplint- und Kiefernkern-Klötze, die eine durchschnittliche Feuchtigkeit von u = 70 % (Ki-Splint) und u = 25 % (Ki-Kern) besassen, aufgebracht wurden. Die Proben und einige Kontrollen wurden anschliessend mit einer Sporensuspension von Trichoderma viride beimpft und im Februar 1961 auf dem Dachboden gelagert. Trotz öfteren Besprühens mit Wasser zeigten sie nach 4 Wochen

keinen Bewuchs. Auch nach nochmaligen Beimpfen (1 Monat später) war weder auf den behandelten noch auf den Kontrollklötzchen ein Schimmelwuchs festzustellen. Die Klötzchen wurden schliesslich ein drittes Mal beimpft und im Brutschrank bei 26° C in mit Vaseline und Glasscheiben abgedichteten Glasaquarien gehalten. Nach 14 Tagen zeigten lediglich einige wenige Kontrollen etwas Schimmelbewuchs. Es ist somit anzunehmen, dass nur saftfrische Hölzer mit einer Mindestfeuchtigkeit von u = 90 %, wenn sie mit den üblichen Mengen von Schutzmitteln behandelt werden, diese bei der Feuchtigkeitsdiffusion für ein Schimmelwachstum optimal verdünnen. Voraussetzung dafür dürfte ausserdem eine warme Jahreszeit sein.

Da Azeton das Wachstum verschiedener Schimmelpilze stimuliert, lag nahe, seinen Einfluss auf holzzerstörende Pilze zu prüfen. Zu diesem Zweck wurden Holzschliffpappen (Bieruntersätze) in 5 x 2,5 cm^2 grosse Flächen geschnitten und mit Nylonfäden zu normklötzchengrossen Päckchen verbunden. Diese wurden mit 0,1 bis 2 cm^3 (insgesamt 5 Stufen) Azeton benetzt und sofort in Kolleschalen eingebaut. Die Versuchsdauer betrug wegen der grossen Oberfläche der Pappenpakete nur 1 Monat. Für jede Stufe wurden 2 Parallelen herangezogen. Die Kontrollen bestanden aus dem gleichen Material. Der Gewichtsverlust schwankt nur um wenige Prozente um die Kontrollwerte. Der durchschnittliche Gewichtsverlust lag bei Coniophora um ein Drittel höher als bei Poria. Ein Einfluss auf die Tätigkeit der beiden verwendeten holzzerstörenden Pilze ist somit nicht vorhanden.

3.6 Einfluss unterschwelliger Konzentrationen auf holzzerstörende Insekten

Spezielle Untersuchungen wurden bisher auf diesem Gebiet nicht durchgeführt. Eine Behandlung dieser Fragestellung bereitet manche Schwierigkeiten, denn es müssen umfangreiche und sich über eine lange Zeitspanne erstreckende Tierversuche erfolgen, da die Variationsbreiten aus diesen Versuchen grösser als bei Pilzen sind. Aus diesem Grunde werden auch die nachfolgend beschriebenen Versuche als reine "Testversuche" angesehen. Eine gesicherte Beurteilung darf nicht erwartet werden.

3.61 Wachstum der Hausbocklarven bei unterdosierten Schutzmitteln

Die für die 4 Holzschutzmittel Magnesiumsilicofluorid, Hydrogenfluorid, Steinkohlenteeröl und Chlornaphthalin verwendeten Konzentrationsspektren sind die gleichen wie für die pilzlichen Untersuchungen. Nach DIN 52163 wurden die getränkten sowie die als Kontrollen dienenden Normklötzchen für die Aufnahme von Eilarven vorbereitet. Für jede der 12 verschiedenen Konzentrationen der Mittel konnten 2 Klötzchen sowie 4 Kontrollen mit Larven besetzt werden. Bei jedem der 4 Mittel wurden die stärksten Konzentrationen mit 4 Eilarven, alle anderen Stufen einschliesslich der Kontrollen mit 6 Eilarven versehen. Die so erfolgte Verteilung war von den Eigelegen und der Larvenausbeute abhängig. Nach drei Tagen wurden bereits eingebohrte Larven unter dem Binokular beobachtet. Zu diesem Zeitpunkt hatten sich bei den wasserlöslichen Mitteln die Larven aller Klötzchen eingefressen, jedoch zeigten die 3 bis 4 stärksten Konzentrationen der öligen Mittel einen hohen Prozentsatz nicht eingebohrter Larven. Diese starben auch in den nächsten Tagen ab.

BECKER (1950) empfiehlt für jüngere Hausbocklarven ein Temperaturoptimum von 30° C und für ältere Larven ein solches von 28° C. Alle Klötzchen wurden unter den vom Verfasser (1957) bereits beschriebenen Versuchsbedingungen gehalten, aber in Abweichung davon die durchschnittliche Temperatur auf 26° C festgesetzt, da die Versuche im selben Brutschrank wie die Termitenversuche liefen.

Die Klötzchen wurden das erste Mal nach 12 Monaten ausgewechselt. Dabei wurden die Larven auf 0,1 mg genau gewogen und sofort in die mit den entsprechenden Konzentrationen getränkten und auf der einen Hirnfläche angebohrten Normklötzchen eingesetzt. Nach 6 Monaten erfolgte ein weiterer Wechsel, und die nunmehr 18 Monate alten Larven kamen nach der Zwischenwägung für ein Vierteljahr in neue Klötzchen, um danach nochmals für 3 Monate frische Klötzchen zu beziehen. Damit ist diese Versuchsreihe für die vorliegende Arbeit abgeschlossen, wenngleich die Versuche weiter durchgeführt werden sollen. Die zeitliche Staffelung der Wechsel ist auf Grund der Gewichtszunahmen der Larven nötig.

Auf die Feststellung des durch Larvenfrass bedingten Gewichtsverlustes des Versuchsholzes wurde verzichtet, da sich eine diesbezügliche Korrelation nur bei genügendem Ausgangsmaterial durchführen lässt. Der Verfasser (1957) hat einmal statistische Untersuchungen über die Frassleistung von Hausbockkäferlarven unter Laboratoriumsbedingungen gemacht. Dabei traten in den Beziehungen verschiedener Larvengewichtsklassen mit den durch Frass bedingten Gewichtsverlusten der Holzproben - sie bewegten sich zwischen 63 und 142 Einzelwerten - zum Teil grosse Streuungen und maximale Korrelationsfaktoren von r = 0,43 auf. Gleichsinnige und ähnliche Beobachtungen wurden auch von KÖRTING (1959) gemacht.

Da nur geringes Ausgangsmaterial vorlag, musste darauf verzichtet werden, die sehr empfindlichen Eilarven nach ihrem Schlüpfen zu wiegen. BECKER (1942b) gibt für Eilarven ein durchschnittliches Gewicht von 0,02 bis 0,03 mg an.

Beim Magnesiumsilicofluorid bewirkten die 5 stärksten, beim Hydrogenfluorid die 4 stärksten, beim Steinkohlenteeröl die 5 stärksten und beim chlorierten Naphthalin die 8 stärksten Konzentrationen eine totale Sterblichkeit. Die Gewichtszunahme der Larven in mit den schwächeren Konzentrationen getränkten Klötzchen sowie die Kontrollergebnisse sind in der folgenden Tabelle 7 festgehalten. Die hinter den Gewichtswerten in Klammern stehenden Zahlen geben die Anzahl der dem jeweiligen Wert zu Grunde liegenden Einzelwerte an.

Tabelle 7 . Gewichte von Hausbockkäferlarven, die gegenüber verschiedenen Konzentrationsabstufungen von Holzschutzmitteln geprüft wurden (in mg).

Mittel	Konzentration (%)	Gewichte nach 12 Mon.	18 Mon.	21 Mon.	24 Mon.
Magnesium-silico-fluorid	$5 \cdot 10^{-3}$	16,75(2)	32,10(2)	49,20(2)	95,10(1)
	$3 \cdot 10^{-3}$	2,13(4)	3,80(3)	8,27(3)	-
	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	1,75(2)	2,80(1)	4,70(1)	-
	$4 \cdot 10^{-4}$	4,35(2)	11,40(1)	16,80(1)	-
	$2 \cdot 10^{-4}$	18,10(6)	16,30(2)	27,15(2)	34,10(2)

Fortsetzung von Tabelle 7

Mittel	Konzentration (%)	Gewichte nach 12 Mon.	18 Mon.	21 Mon.	24 Mon.
Hydrogenfluorid	$1 \cdot 10^{-2}$	11,30(3)	13,70(2)	18,50(1)	15,70(1)
	$5 \cdot 10^{-3}$	9,60(3)	14,60(3)	-	-
	$3 \cdot 10^{-3}$	3,80(3)	7,95(2)	-	-
	$1,5 \cdot 10^{-3}$	2,00(1)	17,00(1)	-	-
	$7,5 \cdot 10^{-4}$	10,80(4)	20,60(4)	53,83(3)	64,30(3)
	$4 \cdot 10^{-4}$	9,60(2)	-	-	-
	$2 \cdot 10^{-4}$	6,00(4)	22,67(3)	-	-
	$1 \cdot 10^{-4}$	7,40(3)	17,63(3)	42,20(2)	79,80(1)
Steinkohlenteeröl	$3 \cdot 10^{-1}$	1,50(1)	2,60(1)	5,00(1)	-
	$1,5 \cdot 10^{-1}$	1,30(1)	7,70(1)	-	-
	$7,5 \cdot 10^{-2}$	2,15(2)	5,20(2)	9,50(2)	-
	$4 \cdot 10^{-2}$	1,95(2)	-	-	-
	$2 \cdot 10^{-2}$	1,53(3)	3,43(3)	7,00(2)	-
	$1 \cdot 10^{-2}$	3,90(2)	3,30(2)	7,60(2)	-
	$5 \cdot 10^{-3}$	1,50(3)	2,60(1)	4,30(2)	-
	$3 \cdot 10^{-3}$	1,40(2)	2,50(1)	2,50(1)	-
	$1,5 \cdot 10^{-3}$	1,80(2)	5,60(1)	-	-
	$7,5 \cdot 10^{-4}$	2,00(1)	-	-	-
Chlornaphthalin	$1,5 \cdot 10^{-1}$	1,90(2)	10,20(1)	13,50(1)	14,30(1)
	$7,5 \cdot 10^{-2}$	35,85(2)	99,20(1)	157,70(1)	165,00(1)
	$4 \cdot 10^{-2}$	7,03(4)	10,43(2)	36,15(2)	79,50(1)
	$2 \cdot 10^{-2}$	4,50(2)	5,30(1)	15,10(1)	-
	$1 \cdot 10^{-2}$	3,85(2)	12,80(1)	20,10(1)	-
	$5 \cdot 10^{-3}$	1,60(3)	2,20(2)	3,40(1)	-
	$3 \cdot 10^{-3}$	11,25(2)	5,30(1)	14,70(1)	-
	$1,5 \cdot 10^{-3}$	3,00(1)	-	-	-
Kontrollen		4,08(18)	27,70(11)	40,57(7)	175,00(3)

Dass bei den verschiedenen Konzentrationen die Anzahlen der Larven abnehmen, liegt in ihrer Empfindlichkeit beim Aus- und Einbau begründet. Zum Teil kam es auch vor, dass die Larven beim Aufspalten der Klötzchen "mechanisch" geschädigt wurden.

Die Streuung der Larvengewichte ist sehr gross, wie KÖRTING (1959) und der Verfasser (1957) nachweisen konnten. Es sind allerdings einige Werte bemerkenswert, was bei der ersten Zwischenwägung nach 12 Monaten Versuchsdauer zum Ausdruck kam. $2 \cdot 10^{-4}$ % Magnesiumsilicofluorid und $1 \cdot 10^{-2}$ und $7{,}5 \cdot 10^{-4}$ % Hydrogenfluorid liegen mit ihren Zahlen, die Mittelwerte aus mindestens 3 Einzelwägungen darstellen, 250 bis 400 % über den Kontrollwerten. Dabei übertraf der Maximal-Einzelwert von $2 \cdot 10^{-4}$ % Magnesiumsilicofluorid mit 65,8 mg den höchsten Kontroll-Einzelwert von 36,9 mg.

Diese anfänglich in den ersten 12 Monaten durch die ebengenannten Konzentrationen erfolgte Förderung der Gewichtszunahme setzt sich aber nicht fort. Zu späteren Zeitpunkten der Messungen überwiegen die Kontrollwerte. Definitiv "dahinvegetierende" Larven mit geringer Gewichtszunahme starben nach einiger Zeit ab, was besonders krass beim Steinkohlenteeröl zum Ausdruck kam. Dabei erhebt sich die Frage, ob in derartigen Unterdosierungen dies einer Giftwirkung zugeschrieben werden kann.

Selbstverständlich ist das Zahlenmaterial viel zu gering, um irgendwelche Schlussfolgerungen zu ziehen. Zudem ist der Nahrungswert des Splintholzes der Kiefer derart unterschiedlich, dass sehr umfangreiche Untersuchungen für eine statistische Absicherung der Zahlen angestellt werden müssten. Dem Einzelwert $7{,}5 \cdot 10^{-2}$ % Chlornaphthalin kann trotz seines Spitzengewichtes keine besondere Bedeutung beigemessen werden. Erstrebenswert wäre eine Forschung bezüglich unterdosierter Schutzmittelmengen über mehrere Käfergenerationen hinaus, die gegebenenfalls eini-

ge Jahrzehnte in Anspruch nehmen kann. Dann wäre allerdings zu empfehlen, auf jegliche Zwischenwägungen zu verzichten, da der Aus- und Einbau der Larven diese physiologisch schwächen dürfte. Voraussetzung für eine derartige Versuchsanordnung sind genügend grosse Holzproben.

.62. Gewichtsverlust der getränkten Holzproben nach Termitenfrass sowie Sterblichkeit der Versuchstiere

Termiten und ein Schutz gegen ihre Zerstörungstätigkeit spielen in Deutschland eine nur untergeordnete Rolle. Da aber die Schutzmittel gegen Hausbocklarvenfrass auch gegenüber Termiten wirksam sind, wurden diese Tiere in die vorliegenden Untersuchungen einbezogen.

Die getränkten Proben (halbe Normklötzchen) wurden, was Prüffeuchte, Prüftemperatur und Versuchsgefässe anbetrifft, in der vom Verfasser (1960a,b) bereits beschriebenen Weise in 3 Frasszwangs-Parallelversuchen getestet. Die jeweilige Prüfgemeinschaft umfasste 100 Individuen und setzte sich bei allen 3 Parallelen der öligen Mittel aus 96 Arbeitern und 4 Ersatzgeschlechtstieren zusammen. Bei den beiden wasserlöslichen Mitteln hingegen konnte wegen Mangel an Ersatzgeschlechtstieren nur eine der 3 Parallelen mit der eben beschriebenen Zusammensetzung an Versuchstieren geprüft werden. Die anderen beiden Parallelen wurden mit je 100 Arbeitern besetzt. Die Kontrollversuche liefen mit der 96 Arbeiter und 4 Ersatzgeschlechtstiere umfassenden Prüfgemeinschaft in 4 Parallelen. In allen Fällen betrug die Versuchsdauer 2 Monate. Der durch Termitenfrass bewirkte Gewichtsverlust wurde gravimetrisch festgestellt und in Prozent des Ausgangs-Darrgewichtes vor der Tränkung ausgedrückt. Er ist in der folgenden Tabelle 8 enthalten.

Tabelle 8 . Durch Termitenfrass bedingter Gewichtsverlust der Prüfklötzchen sowie Sterblichkeit der Tiere bei unterdosierten Schutzmitteln

(Prüfung mit 100 Individuen)

Konzentration (%)	Gewichtsverlust der Prüfklötzchen (%)				Sterblichkeit der Termiten (%)			
	$MgSiF_6$	KFHF	Teeröl	Chlornaphth.	$MgSiF_6$	KFHF	Teeröl	Chlornaphth.
$2 \cdot 10^{0}$				3,3				90
$1 \cdot 10^{0}$			11,3	6,3			33	70
$5 \cdot 10^{-1}$			13,7	11,3			22	10
$3 \cdot 10^{-1}$			14,0	12,3			21	13
$1{,}5 \cdot 10^{-1}$	7,0	7,0	12,3	12,3	62	80	37	16
$7{,}5 \cdot 10^{-2}$	12,3	7,3	10,7	13,0	15	38	25	27
$4 \cdot 10^{-2}$	13,0	13,3	10,7	13,3	17	20	40	3
$2 \cdot 10^{-2}$	12,0	14,0	12,3	13,7	26	31	23	18
$1 \cdot 10^{-2}$	13,7	14,0	12,7	11,7	10	27	19	12
$5 \cdot 10^{-3}$	13,7	13,3	14,0	11,7	21	24	18	7
$3 \cdot 10^{-3}$	11,7	13,0	12,7	13,3	21	13	25	12
$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	15,3	12,3	12,0	11,7	10	16	38	25
$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	14,3	13,7	13,3		21	9	31	
$4 \cdot 10^{-4}$	14,7	11,7			19	11		
$2 \cdot 10^{-4}$	15,3	12,7			5	18		
$1 \cdot 10^{-4}$	13,0	12,7			29	17		
Kontrollen		14,2				13		

Die Ersatzgeschlechtstiere überlebten bei allen Prüfungen. Sie standen an Gefrässigkeit den Arbeitern nicht nach.

Bei arithmetischer Mittelung der Zahlenkolonnen der vorliegenden Schutzmittel zeigt Magnesiumsilicofluorid bei geringster Sterblichkeit den höchsten Gewichtsverlust der Proben, während die höchste Sterblichkeit bei Steinkohlenteeröl und der geringste Gewichtsverlust bei Chlornaphthalin zu suchen sind. Diese Gegenüberstellung der Mittel im vorwiegend unterschwelligen Konzentrationsbereich sagt praktisch nur aus, dass alle Durchschnittswerte des Gewichtsverlustes unter dem der Kontrollen liegen, während alle Sterblichkeits-Mittelwerte denjenigen der Kontrollen übertreffen. Eine stimulierende Wirkung geringer Dosen von Holzschutzmitteln auf die Frassintensität ist somit nicht vorhanden. Ob sie sich in Wahlversuchen offenbart, ist in Frage gestellt.

.63 Regenerationsvermögen der Termiten-Prüfgemeinschaften

Nach den seit 5 Jahren an kleinen Prüfgemeinschaften gemachten Beobachtungen des Verfassers vermögen diese unter Beifügung einer gewissen Anzahl von Ersatzgeschlechtstieren relativ schnell ihre zahlenmässige Stärke zu vergrössern. Bei der hier verwendeten Prüfgemeinschaft von 4 Ersatzgeschlechtstieren und 96 Arbeitern (bei den öligen Mitteln alle 3 Parallelen, bei den wasserlöslichen nur je eine Prüfung) ist für derartige Beobachtungen eine Prüfzeit von mindestens 2 Monaten erforderlich. Wieweit sich die Prüfgemeinschaften vermehren konnten, zeigt Tabelle 9 .

Tabelle 9 . Einfluss unterschwelliger Schutzmittelmengen auf die Eiablage und das Entstehen von Junglarven

Konzentration (%)	Eier				Junglarven			
	$MgSiF_6$	KFHF	Teeröl	Chlornaphth.	$MgSiF_6$	KFHF	Teeröl	Chlornaphth.
$2 \cdot 10^{0}$				---				---
$1 \cdot 10^{0}$			+--	---			+--	---
$5 \cdot 10^{-1}$			+--	+--			+--	---
$3 \cdot 10^{-1}$			---	---			+--	---
$1{,}5 \cdot 10^{-1}$	-	+	---	---	-	-	++-	---
$7{,}5 \cdot 10^{-2}$	+	+	++-	---	+	-	+++	---
$4 \cdot 10^{-2}$	+	+	+--	+--	+	+	---	---
$2 \cdot 10^{-2}$	+	+	---	---	+	-	---	---
$1 \cdot 10^{-2}$	+	-	++-	---	+	-	---	---
$5 \cdot 10^{-3}$	+	+	+--	---	+	+	+--	---
$3 \cdot 10^{-3}$	-	-	+--	++-	-	-	++-	---
$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	-	-	---	---	-	-	+--	---
$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	-	-	---		-	-	---	
$4 \cdot 10^{-4}$	-	-			-	-		
$2 \cdot 10^{-4}$	+	-			-	-		
$1 \cdot 10^{-4}$	-	-			-	-		
Kontrollen		+---				----		

Bei den wasserlöslichen Mitteln scheinen die stärkeren Konzentrationen die Eiablage und in der Folge das Auft ten der Junglarven zu fördern. Leider konnte aus den b reits erwähnten Gründen nur eine der 3 Parallelen mit Ersatzgeschlechtstieren besetzt werden. Aus diesem Gru de sind diese Werte nicht gesichert. Eine Beziehung zw schen der Sterblichkeit und dem Bestreben der Prüfkolo

nien, sich zu vermehren, besteht in diesem Falle offensichtlich nicht. Beim Vergleich mit den Kontrollwerten kann jedoch dem unterschwelligen Konzentrationsspektrum des Steinkohlenteeröles eine Stimulation des Regenerationsvermögens nicht abgesprochen werden, während sich das chlorierte Naphthalinpräparat völlig indifferent verhält.

Für die Praxis wäre es interessant zu wissen, ob sich die Tiere in grossen Kolonien bei ungenügend geschütztem Holz auch schneller vermehren, wie es in den kleinen Laboratoriumsprüfungen zum Teil der Fall war. Nur stösst dieser Gedanke einer praxisnahen Untersuchung auf die Schwierigkeit, dass bei individuenreichen Kolonien nie exakt nachgewiesen werden kann, welche absolute Zunahme erfolgt.

Im Hinblick auf die praktischen Belange wäre zu bemerken, dass beim Einbau geschützten Holzes in termitenverseuchten Gebieten oftmals beziehungsweise sogar meistens die umgebenden Bodenteile nicht begiftet werden. Zu diesem Urteil kommt der Verfasser auf Grund seiner über fünfjährigen Beobachtungen an verschiedenen Befallsorten Italiens. Diese Gefahr der ungenügenden Sanierung ist im Hamburger Befallsgebiet noch nicht beobachtet worden, da die Bekämpfung unter wissenschaftlicher Anleitung geschieht. Denken wir aber daran, dass es den wanderlustigen Tieren nach Jahren gelingen kann, an eine früher sanierte Stelle zurückzukehren. Dann finden sie entweder von vorn herein ungeschütztes oder bereits einen nicht mehr genügenden Schutz bietendes Holz. Ungeachtet dessen, dass über das Einsetzen von Nachschutzverfahren termitenfrassgeschützten Holzes nicht das letzte Wort gesprochen ist, sei der Holzschutzpraktiker immer wieder daran erinnert, es nicht an der nötigen Sorgfalt bei der Imprägnierung fehlen zu lassen.

3.64 Beobachtungen an Termitenflagellaten (Trichonympha)

Die Bodentermiten besitzen als Verdauungshelfer ihrer Holznahrung zellulosespaltende Geisseltierchen. Ohne diese Symbionten sind sie nicht lebensfähig. Es lag nahe, die Untersuchungen über die Wirkung unterschwelliger Schutzmittelgaben auf die Frassintensität der Italienischen Bodentermite Reticulitermes lucifugus Rossi auch auf ihre Darmfauna auszudehnen. Für diese Beobachtungen bietet sich der Flagellat Trichonympha agilis Leidy an, da er bei der mikroskopischen Betrachtung durch seine Grösse leicht von den anderen Darm-Organismen zu unterscheiden ist. Es bedarf einer mehrjährigen Erfahrung, die neben Trichonympha vorhandenen Mikroorganismen zu erkennen und zu unterscheiden, über die nicht verfügt wird. Aus diesem Grunde beschränken sich die Beobachtungen nur auf Trichonympha agilis.

Die Lebensgemeinschaft zwischen den Termiten und Mikroorganismen wurde in jüngster Zeit von H.SCHMIDT (1960) zusammenfassend dargestellt.

Die Zellgestalt von Trichonympha agilis ist einem Metabolismus unterworfen. Er rührt einmal vom Turgor der Zelle und zum anderen von der Fähigkeit, sich phagotrophisch, also von Holzteilchen zu ernähren und damit einer Deformierung zu unterliegen, her. Bei Erhöhung des Turgors wird die meist flach elliptische Gestalt des Flagellaten rundlich, das heisst, die kleine Achse der Ellipse wird grösser, oder mit anderen Worten: Die Differenz zwischen grosser und kleiner Achse wird geringer. Es wurde beiläufig beobachtet, dass der Zellkern mit dem Flagellatenhabitus in einem mathematisch bisher noch nicht determinierten Verhältnis wächst.

Eine exakte Vermessung von Flagellaten ist nur bei Dauerpräparaten möglich, deren Herstellung im folgenden genau beschrieben wird.

Für die Präparateanfertigung wurden aus einem der 3 Parallelversuche einer jeden untersuchten Konzentration 3 Arbeitstermiten entnommen. Der Gang der Präpariertechnik ist folgender:

Unter der Binokularlupe wird die Dorsalhaut des Abdomens mit feinen Präpariernadeln geöffnet und der erste Abschnitt des Hinterdarmes, die sogenannte Gärkammer, herauspräpariert. Diese gelangt auf einen in der Mitte mit einer hauchdünnen Eiweissglycerinschicht versehenen Objektträger. Sodann wird die Gärkammer mit der Nadel angeritzt und vorsichtig ausgestrichen. Zur Fixierung kommt der Objektträger sofort in Carnoy-sches Gemisch (bestehend aus 20 % Chloroform, 20 % Eisessig und 60 % abs. Alkohol), in dem er 5 bis 6 Sekunden verbleibt. Dieser Vorgang des Ausstreichens bis zum Beginn der Fixierung darf nur wenige Sekunden andauern, da sich die Flagellaten als anaerob lebende Tiere bei Sauerstoffzufuhr sofort zusammenziehen. Anschliessend wird das Präparat durch die absteigende Alkoholreihe (96 %, 80 %, 70 %, 60 %, 50 % und 40 %) in destilliertes Wasser befördert. Von dort aus gelangt es zwecks Beizung für 2 bis 3 Stunden in 1 : 4 mit Wasser verdünnte Eisenalaunlösung (Lösung A des Heidenhain-schen Eisenhämatoxylin = HEH), um danach kurz in Leitungswasser abgespült zu werden. Nach der Beizung findet die eigentliche Progressivfärbung mit 1 : 1 verdünntem Eisenhämatoxylin (Lösung B des HEH) über Nacht statt. Im Anschluss an die Färbung erfolgen ein 3-stündiges Auswaschen in leicht bewegtem Leitungswasser und danach unter dem Mikroskop die Differenzierung mit Eisenalaun. Wenn der Flagellatenkörper soweit entfärbt ist, dass der Kern deutlich sichtbar wird, kann die Differenzierung durch Eintauchen des Objektträgers in destilliertes Wasser abgestoppt werden. Das Präparat nimmt nun seinen Weg durch die aufsteigende Alkoholreihe (jede Stufe ca. 3 Minuten), an die sich absoluter Alkohol und Xylol

anschliessen. Schliesslich geschieht dann die Einbettung des Präparates mit Rhenohistol, das sich für diese Zwekke sehr gut bewährt und Deckglas. Die Präparate sind allerdings erst nach 3 bis 4 Wochen trocken und damit gebrauchsfertig.

Das Vermessen des Termitenflagellaten Trichonympha agilis geschah folgendermassen: Da der Habitus im durchfallenden Licht einer Ellipse am nächsten kommt, wurde der größte (a) und der kleinste (b) Halbmesser mit dem Okularschraubmikrometer festgehalten und die Fläche des sichtbaren Habitus nach der Ellipsen-Flächenformel $F = a \cdot b \cdot \pi$ berechnet. Der Kern erschien fast immer kreisrund. Von ihm wurde lediglich der Durchmesser ermittelt und seine Fläche nach der Kreis-Flächenformel $F = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$ errechnet. Da unter dem Mikroskop praktisch nur in zwei Dimensionen gearbeitet und gedacht werden kann, muss man sich mit den Flächen des Flagellatenhabitus und des Kernes als Bezugsgrössen begnügen.

H.SCHMIDT (1956) fand an fixierten und gefärbten Trichonymphen von aus Spanien stammenden Wirtstieren Zell-Längen von 80 bis 110 μ, während in Portugal gesammelte Tiere grössere Flagellaten hatten. Nach seiner Meinung scheint die tiergeographische Herkunft der gleichen Wirtstermitenart entscheidend für grössenmässige Unterschiede bei Trichonympha agilis zu sein. Der vom Verfasser gefundene Maximal-Längenwert von Trichonymphen solcher aus Norditalien stammenden Termiten, die sich von unbehandeltem Kontrollholz im Frasszwangsversuch ernährten, lag bei 92 μ.

Bild 51 zeigt einen Ausschnitt aus einem Darmabstrich-Präparat. Bewusst wurden die Kontroll- Wirtstiere aus einem Frasszwangsversuch entnommen, der mit der gleichen Prüfgemeinschaft wie die anderen Versuche mit behandelten

Klötzchen bestückt war, um die gleichen ökologischen Bedingungen zu haben. Hingegen bezog H.SCHMIDT (laut mündlicher Mitteilung) seine Wirtstiere aus Stammkolonien mit zahlreichen Individuen.

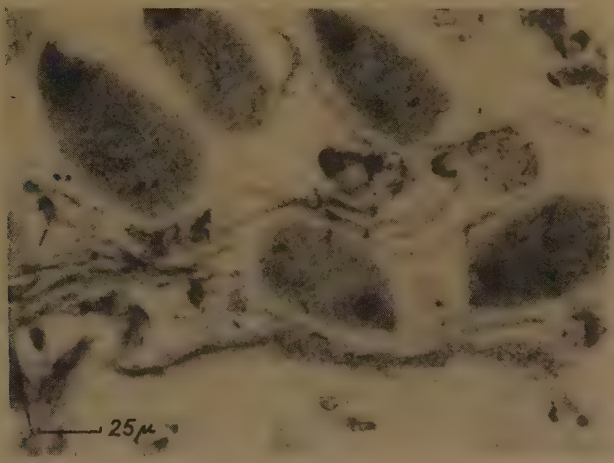


Bild 51 . Ausschnitt aus einem Darmabstrichpräparat der Italienischen Bodentermite mit 5 Trichonymphen

Von jedem Darmabstrichpräparat wurden 10 Flagellatenkörper und deren Kern vermessen, so dass jeder Konzentrationsstufe die beiden Mittelwerte aus je 30 Einzelwerten zu Grunde liegen. Das sind für alle Mittel und ihre Konzentrationsspektren insgesamt 1350 Doppelmessungen (großer und kleiner Durchmesser) und 30 Kontrollwerte an Flagellaten zuzüglich der gleichen Anzahl von Einzelmessungen an den Kernen. Für die Messungen wurde, wie bei den Hyphenmessungen, dasselbe Mikroskop mit der gleichen optischen Bestückung benutzt. Die Ergebnisse sind in den Bildern 52 bis 55 niedergelegt.

Während auf Grund der geringen Nahrungsaufnahme der Wirtstiere bei den stärksten Stufen der vorliegenden Konzentrationsspektren des Magnesiumsilicofluorids, des Hydrogenfluorids und des chlorierten Naphthalins eindeutige Hungerformen der Flagellaten vertreten sind, zeigen die unterschwelligen Konzentrationen der genannten Mittel gegenüber den Kontrollen eine Formvergrösserung und, analog dazu eine solche des Kernes. Der Einfluss des Steinkohlenteeröles scheint sehr heterogen zu sein. Allerdings könnte man auch annehmen, dass die schwachen Konzentrationen kaum noch zu stimulieren vermögen. Demnach müsste das Spektrum in Richtung auf die stärkeren Konzentrationen verschoben werden.

PFLUGFELDER (1950), der sich mit der Abhängigkeit der Kerngrösse von der Funktion der Zelle bei Corpora allata von Bienen-Arbeiterinnen und Königinnen befasste, äusserte sich, wie folgt: "Im allgemeinen neigt man zu der Annahme, dass gesteigerte Funktion Volumvergrösserung, verminderte Funktion Volumverkleinerung zur Folge hat." Diese Erklärung deckt sich nicht mit dem vorliegenden Ergebnis, da, wie im Abschnitt 3.62 erwähnt, kein die Frassintensität der Termiten stimulierender Einfluss unterdosierter Holzschutzmittel zu verzeichnen ist. Ferner kann man nicht ohne weiteres von höheren Tieren auf Protozoen schliessen.

Die Flagellaten verbrauchen zum Teil das Zellulose-Abbauprodukt Glucose im Zellgeschehen (TRAGER, 1934), zum Teil scheiden sie die Glucose (HUNGATE, 1950) aus, die dann dem Wirt nutzbar wird.

Aus diesen Beobachtungen wird geschlussfolgert, dass die zellulosespaltenden Fermente, analog denen der holzzerstörenden Pilze, durch die nichtmetallischen beziehungsweise Stoffgruppen-Anionen angeregt werden, verstärkt Glucose zu bilden. Diese nimmt durch ihre Hygroskopizität

auf osmotischem Wege zusätzlich Wasser in das Zellinnere auf, wodurch der höhere Turgor und das grössere Volumen der Flagellaten gegenüber den Kontrollen erklärt wird. Nach den in diesem Abschnitt vorliegenden Ergebnissen kann die Vermutung dahingehend erweitert werden, dass die Fermentgruppen der holzzerstörenden Pilze ähnlich den Fermentgruppen der Termitenflagellaten sind, vielleicht sogar von gleicher Natur. Den biochemischen Beweis dieser Annahme zu führen, dürfte recht schwer sein, wenn man bedenkt, dass nach DIETRICHS und SCHMIDT (diese Arbeit ist in Vorbereitung) zu einem 0,01 bis 0,02 mg Glucose enthaltenden Tropfen von 1 mg Gärkammerflüssigkeit der Gärkammerinhalt von ca. 40 Termiten nötig ist.

Im vorangegangenen Abschnitt 3.63 ist erwähnt, dass die Ersatzgeschlechtstiere nach Frass an mit geringen Schutzmittelgaben getränktem Holz vermehrt Eier ablegen und dies bei den Kontrollversuchen kaum beobachtet wurde. Es liegt die Wahrscheinlichkeit nahe, dass die Trichonymphen der selbständig fressenden Ersatzgeschlechtstiere die gleichen morphologischen Veränderungen wie die Arbeiter-Trichonymphen zeigen. Dass diese Veränderungen primär stoffwechselphysiologisch und sekundär physikalisch - chemisch bedingt sind, kann, wie weiter oben gesagt, nur vermutet werden. Eine Relation zwischen vermehrter Glucoseproduktion und erhöhter Fertilität ist demzufolge nicht ausgeschlossen.

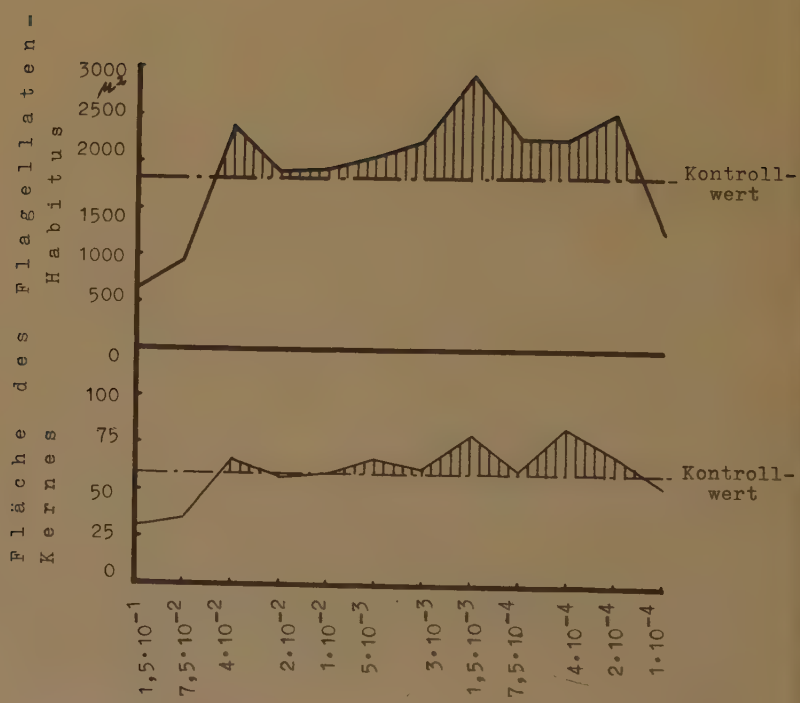


Bild 52. Wirkung verschiedener Magnesiumsilicofluorid-konzentrationen auf die Größe des Termiten-flagellaten Trichonympha agilis Leidy

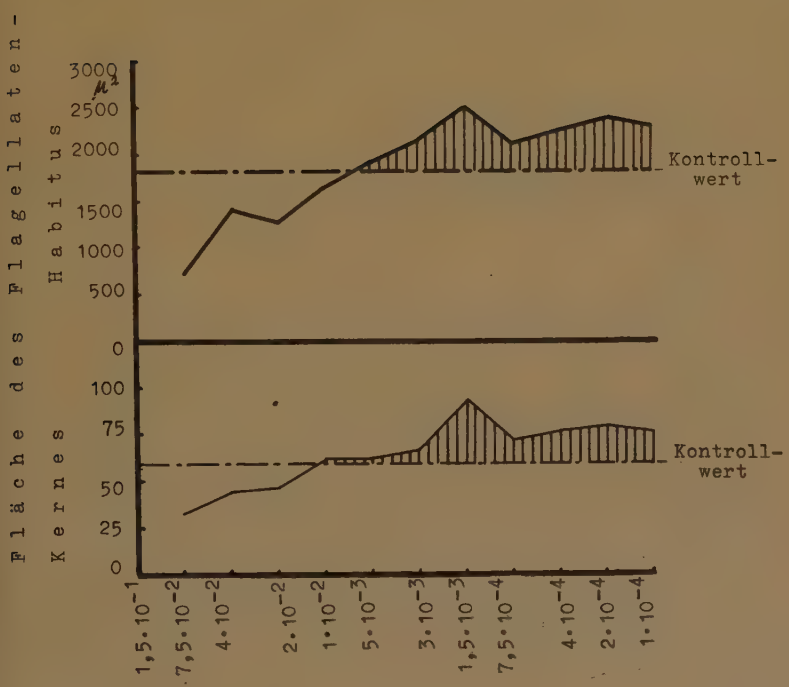


Bild 53. Wirkung verschiedener Hydrogenfluoridkonzentrationen auf die Größe des Termitenflagellaten Trichonympha agilis Leidy

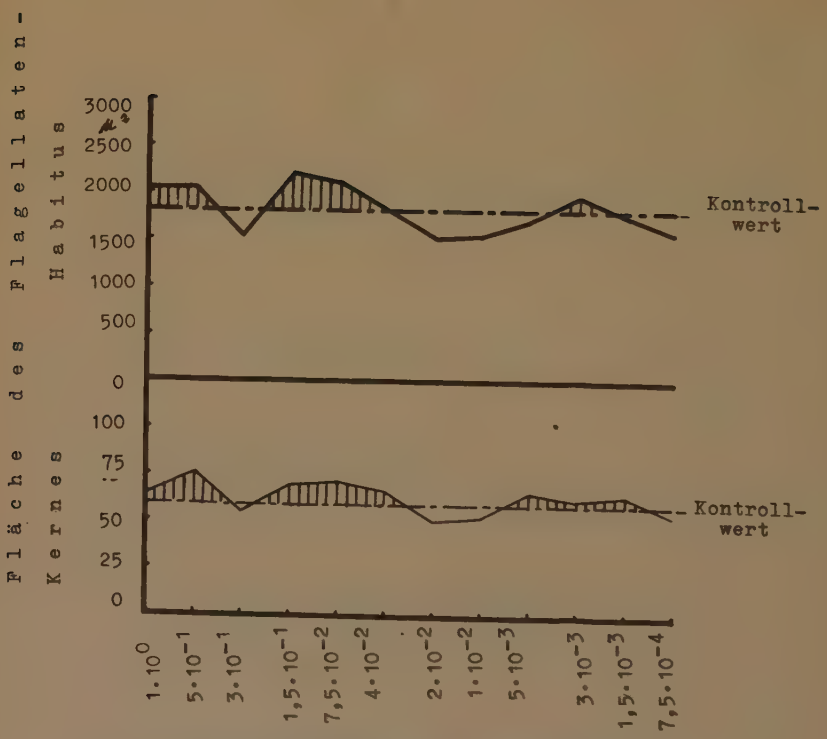


Bild 54. Wirkung verschiedener Steinkohlenteeröl-konzentrationen auf die Größe des Termiten-flagellaten Trichonympha agilis Leidy

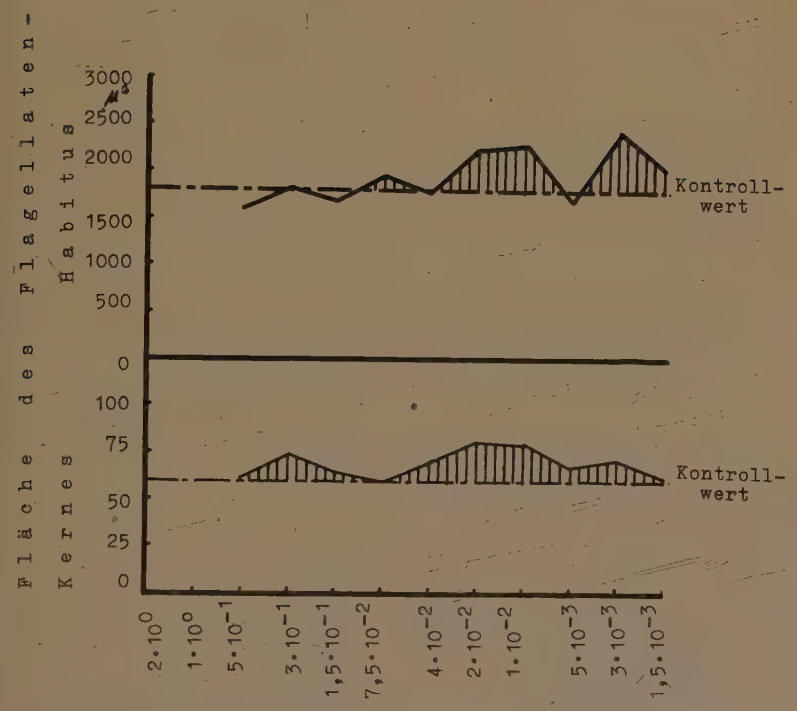


Bild 55. Wirkung verschiedener Chlornaphthalinpräparat-konzentrationen auf die Größe des Termiten-flagellaten Trichonympha agilis Leidy

3.7 Diskussion aller Ergebnisse

In den Tabellen 10 und 11 (Seiten 133 und 134) finden sich die Gegenüberstellungen der 6 untersuchten Holzschutzmittel und ihr Einfluss auf die Tätigkeit holzzerstörender Pilze. Die dort angegebenen Konzentrationsstufen sind als Doppelstufen (siehe Seite 20) aufzufassen.

Der Beginn der Stimulation der Holzzersetzung ist bei den einzelnen Mitteln und ihren Konzentrationsabstufungen recht verschieden.
Er liegt für Coniophora cerebella

bei Natriumfluorid	6 Stufen,
bei Sublimat	16 Stufen,
bei Magnesiumsilicofluorid	6 Stufen,
bei Hydrogenfluorid	4 Stufen,
bei Steinkohlenteeröl	8 Stufen und
bei Chlornaphthalin	6 Stufen der Konzentrationsreihe $\sqrt[3]{10}$ unter dem Grenzwert.

Für Poria Vaillantii beginnt die Stimulation

bei Natriumfluorid	12 Stufen,
bei Sublimat	12 Stufen,
bei Magnesiumsilicofluorid	16 Stufen,
bei Hydrogenfluorid	6 Stufen und
bei Chlornaphthalin	18 Stufen der Konzentrationsreihe $\sqrt[3]{10}$ unter dem Grenzwert.

Steinkohlenteeröl in geringen Dosierungen vermag anscheinend die holzzerstörende Tätigkeit von Poria nicht zu fördern.

Im allgemeinen konnte festgestellt werden, dass Coniophora im unterschwelligen Konzentrationsbereich durch stärkere Schutzmittelgaben stimuliert wird, Poria hingegen nur durch sehr geringe. Bei der Gegenüberstellung fällt weiter ins

Auge, dass Poria nicht so sublimatempfindlich wie Coniophora ist. BAVENDAMM (1948) bezeichnet Polyporus vaporarius sogar als sublimatunempfindlich. Entgegen BAVENDAMMs (1951) späterer Feststellung, wobei er sich auf die Versuche seines Schülers BELLMANN (1950) stützt und Coniophora als nicht mehr empfindlich gegenüber Quecksilberchlorid anspricht, zeigte sich nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen gerade Coniophora bei Anwendung geringer Sublimatkonzentrationen als sehr sensibel. Die Anfänge der Stimulationszentren bei Hydrogenfluorid liegen bei beiden Pilzen nur wenig von den Grenzwerten entfernt.

Die dem Schrifttum entnommenen Grenzwerte der untersuchten Holzschutzmittel konnten in dieser Arbeit nur in einem Fall, nämlich für Natriumfluorid und Poria bestätigt werden. Bei den restlichen 11 festgelegten Grenzwerten traten durch pilzliche Zerstörung bedingte Gewichtsverluste, die zum Teil über 10 % lagen, auf. Dies trifft für die fluorhaltigen Schutzmittel, insbesondere aber für die beiden öligen Mittel zu. In diesem Zusammenhang ist erwähnenswert, dass ZYCHA (1958) eine Fluoridmenge von 0,1 bis 0,4 kg/m^3, was bei Umrechnung seiner Zahlen auf Lösungskonzentration in Prozent den bisherigen Grenzwerten entspricht, als Grundschutz für unzureichend hält.

Die Reizwirkung der Mittel und die damit verbundenen chemotropischen Reaktionen der Pilze offenbaren sich auf jeden Fall durch stärkere, zum Teil noch den Grenzwert übersteigende Konzentrationen. Es sei hierbei auf die Feststellungen von CURRIER (1956) auf den Seiten 10 und 36 verwiesen. Stärkere Konzentrationen bewirken ein stärkeres Wachstum des Luftmycels, was auf die niedrigen pH-Werte (WAZNY, 1960) zurückzuführen sein dürfte. Wünschenswert wäre es, zu wissen, wann die durch stärkere bis einen Holzabbau hemmende Konzentrationen stimulierten Luftmycelien physiologisch soweit geschwächt werden, dass sie absterben.

MÜLLER (1922) verwies auf den Umstand, dass einige von ihm untersuchte Phyco- und Ascomyceten ihre grösste Ausbreitungsgeschwindigkeit in der Nähe des Neutralpunktes zeigen. Nach seinen Untersuchungen nimmt die Dichte des Mycels mit steigender Konzentration des von ihm verwendeten Erbsensaftdekoktes über das Optimum seiner Ausbreitungsgeschwindigkeit zu. Diese Erscheinung ist auch bei holzzerstörenden Pilzen bekannt, die bei starken Giftdosierungen ein Hemmungsmycel ausbilden.

Der durchschnittliche lineare Coniophora-Mycelzuwachs war beispielsweise bei WAZNY (1961) für den Normstamm 9,3 mm pro Tag gross. Für den gleichen Normstamm wurden in guter Übereinstimmung damit bei den vorliegenden Versuchen auf entsprechenden Agar-Nährböden 9,25 mm erzielt.

Eine zum Teil unterschiedliche Wirkung von solchen Mittelkonzentrationen, die die Holzzerstörung stimulieren, zeigte sich bei der Betrachtung der Hyphendurchmesser. Einige Mittel verursachten zwar dünnere Lufthyphen als die Kontrollen, jedoch dann dickere, im Holz wachsende Hyphen gegenüber den entsprechenden Kontrollwerten. Im grossen und ganzen wurden aber - das kommt besonders bei den öligen Mitteln und Poria zum Ausdruck - beim im Horizontalwachstum stimulierten Mycel dickere Lufthyphen als bei den Kontrollen gebildet. WAZNY (1961) unternahm in letzter Zeit beispielsweise mikroskopische Untersuchungen verschiedener Pilzkulturen. Vorher wurden aber alle Stämme erst durch Kiefernsplintholz "durchgeführt", indem er die Klötzchen 1 Monat bewachsen liess, das oberflächlich anhaftende Mycel entfernte und die Klötzchen 14 Tage in einem Feuchtraum ein neues Oberflächenmycel ausbilden liess. Dieses wurde sodann für seine Agarkulturen und Mittelprüfungen herangezogen. Die Lufthyphendurchmesser solchen durch Holz "geführten" Mycels des Coniophora-Normstammes schwankten bei WAZNY zwischen 1,5 und 6,9 μ. Der Verfasser erzielte bei auf unbehandeltes Holz hin wachsende Hyphen hingegen Durchmesser von 4,9 bis 8,8 μ, wobei nur Haupthyphen

und bei WAZNY höchstwahrscheinlich neben diesen auch Nebenhyphen erfasst wurden.

Bemerkenswert ist die Erscheinung, dass Fruchtkörper bei mit verschiedenen Mittelkonzentrationen getränkten Klötzchen ohne Kontrollen-Einbau gebildet wurden. Es wird vermutet, dass die Säurebildung des Pilzes durch die Anwesenheit der Kontrollen gehemmt und bei Fortfall der letzteren gefördert werden könnte. Hinzu kommt der durch die stärkere Abbautätigkeit bedingte höhere Glucosegehalt, der nach WAZNY (1960) zusammen mit der Erhöhung der Schutzmittelkonzentrationen das entsprechend saure Medium für eine Fruktifikation schafft.

Problematisch scheint nach KÖRTING (1960) die Dauerwirkung von Teeröl und chloriertem Naphthalin zu sein. Die mit diesen Mitteln behandelten Balken zeigten nach 6 1/2 Jahren einen nicht mehr sicheren Schutz gegenüber Hausbockeilarven-Befall.

Ein positiver Einfluss der eventuellen Auslaugung gewisser Inhaltsstoffe durch Azeton auf das Regenerationsvermögen der Termitenprüfgemeinschaften dürfte kaum vorhanden sein, da das chlorierte Naphthalin überhaupt nicht anspricht. Ausserdem ist eine gewisse Förderung der Fähigkeit zur Eiablage auch bei den wasserlöslichen Mitteln vorhanden.

Die Volumenvergrösserung der zellulosespaltenden Trichonymphen der Italienischen Bodentermite lässt die Vermutung aufkommen, dass dort, wo grössere Flagellaten gefunden wurden, ihre Anzahl abnimmt, da sich eine eventuelle Mehrleistung dieser Symbionten nicht in verstärkter Frassleistung der Wirtstiere offenbart.

Als Schlussfolgerung ergibt sich für den praktischen Holzschutz, dass man peinlichst auf die Anwendung der vorgeschriebenen Schutzmittelmengen achten muss, da bereits bei nur einem Zehntel der Mindestkonzentrationen gewisser

Holzschutzmittel die Tätigkeit holzzerstörender Pilze stimuliert wird. Der Sanierung von Schwammschäden ist, wie es ja auch meist geschieht, besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Alle um den Befallsherd liegenden und schwach beziehungsweise nicht verpilzten Holzteile sollten ohne Scheu vor höheren Kosten durch hinreichend geschütztes Holz ersetzt werden. Werden sie nur mangelhaft entfernt, so kann das eventuell spärlich erhaltene Mycel durch die nach Vorschrift getränkten, benachbarten Hölzer angelockt werden, um von dort aus auf umgebendes, ungeschütztes Holz überzugreifen. Man sollte daher bei im Freien und in gedeckten Räumen vorhandenem Holz mit dem Nachschutz nicht zu spät einsetzen. Die Auswaschung beziehungsweise Verdunstung von Holzschutzmitteln lässt in einer bestimmten Zeit nach der Tränkung die Konzentration soweit absinken, dass ein Angriff durch Organismen möglich ist. Beachtet man in der folgenden Tabelle 10 den geringen Abstand der eine Stimulation der Holzzerstörung durch den Kellerschwamm verursachenden Konzentration vom Grenzwert - er beträgt beim Kaliumhydrogenfluorid nur 2 Doppelstufen der Reihe $\sqrt[2]{10}$ - so ist ersichtlich, dass ein Konzentrationsabfall auf ein knappes Fünftel des Grenzwertes gefährlich werden kann. In kellerschwammgefährdeten Räumen müsste man sich entweder für ein Mittel entscheiden, bei dem der Pilz erst von einem Hundertstel der hemmenden Konzentration stimuliert wird, oder man muss für rechtzeitigen Nachschutz sorgen.

Tabelle 10 . Stimulationserscheinungen bei Coniophora cerebella durch Holzschutzmittel

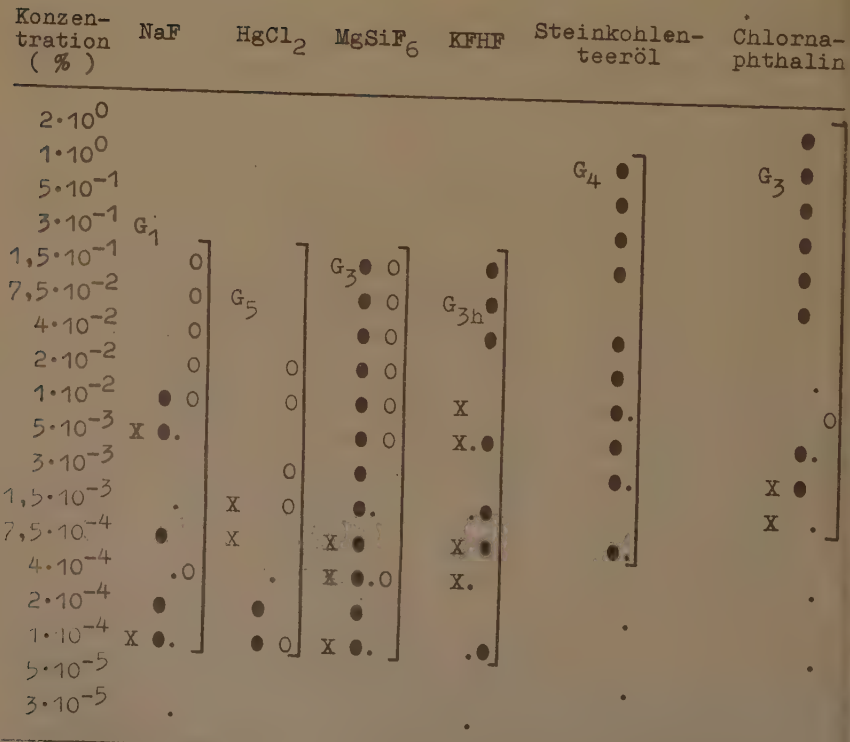
X = Stimulation des Holzabbaues (Normklötzchen)
● = Stimulation des horizontalen Mycelwachstums
O = Stimulation des vertikalen Mycelwachstums
. = Stimulation des Hyphendurchmessers im Holz
G = Grenzwert; G_1 = RABANUS 1931, G_2 = KRUG 1940, G_3 = MPA 1950, G_4 = LIESE 1938.

Konzentration (%)	NaF	$HgCl_2$	$MgSiF_6$	KFHF	Steinkohlenteeröl	Chlornaphthalin
$2 \cdot 10^{0}$						
$1 \cdot 10^{0}$						
$5 \cdot 10^{-1}$					G_4	G_4
$3 \cdot 10^{-1}$					0	
$1{,}5 \cdot 10^{-1}$	G_1 0	G_2	G_3 0		0	
$7{,}5 \cdot 10^{-2}$	0		0	G_3 0	0	X
$4 \cdot 10^{-2}$	0		0	0	X.0	0
$2 \cdot 10^{-2}$	X .0		X . 0	X . 0	X	.
$1 \cdot 10^{-2}$	X 0		0	X 0	X.	X 0
$5 \cdot 10^{-3}$	X .0		X . 0	. 0	X	X.
$3 \cdot 10^{-3}$	X ● 0		X 0	X 0	X 0	X 0
$1{,}5 \cdot 10^{-3}$	●.0	.0	X . 0	X . 0	X 0	.0
$7{,}5 \cdot 10^{-4}$	● 0	X	X 0	X 0	X.0	
$4 \cdot 10^{-4}$	●.0	X.	X . 0	. 0		.
$2 \cdot 10^{-4}$	X ● 0	X 0	0	X 0	.	
$1 \cdot 10^{-4}$	X ●.0	X.0	X . 0	X . 0		.

Die vertikalen Klammern bedeuten das Konzentrationsspektrum, in dem die Untersuchungen über den Holzabbau und die Mycelwuchsversuche erfolgten.

Tabelle 11 . Stimulationserscheinungen bei Poria Vaillantii durch Holzschutzmittel

X = Stimulation des Holzabbaues (Normklötzchen)
● = Stimulation des horizontalen Mycelwachstums
O = Stimulation des vertikalen Mycelwachstums
. = Stimulation des Hyphendurchmessers im Holz
G = Grenzwert; G_1 = RABANUS 1931, G_3=MPA 1950, G_{3h}= MPA (halbe Klötzchen) 1950, G_4 = LIESE 1938, G_5=BAVENDAMM 19



Die vertikalen Klammern bedeuten das Konzentrationsspektrum, in dem die Untersuchungen über den Holzabbau und die Mycelwuchsversuche erfolgten.

3.8 Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Laboratoriumsuntersuchungen war die Erforschung des Verhaltens der holzzerstörenden Pilze Coniophora cerebella (Pers.) Duby und Poria Vaillantii (D.C.) Fr. sowie der Larven des Hausbockkäfers Hylotrupes bajulus L. und der Angehörigen einer Kolonie der Italienischen Bodentermite Reticulitermes lucifugus Rossi gegenüber unterschwelligen Konzentrationen verschiedener, seit langem in der Praxis verwendeter Holzschutzmittel.

Es wurden verwendet:

1. Natriumfluorid,
2. Quecksilberchlorid (Sublimat),
3. Magnesiumsilicofluorid,
4. Kaliumhydrogenfluorid,
5. Steinkohlenteeröl nach Reichspostvorschrift und
6. ein Chlornaphthalinpräparat.

Für die pilzlichen Prüfungen wurden alle 6 der oben angeführten Mittel, für die Untersuchungen über die Wirkungsweise gegenüber tierischen Holzzerstörern nur die 4 letztgenannten Mittel herangezogen, mit denen Kiefernsplintholz verschiedener Abmessungen getränkt wurde. Für die öligen Stoffe diente Azeton als Lösungsmittel.

Als Konzentrationsabstufung wurde die bei der Holzschutzmittelprüfung verwendete geometrische Reihe $\sqrt[5]{10}$ gewählt, wobei jede zweite Stufe ausgelassen wurde. Das 12 einzelne Stufen umfassende Konzentrationsspektrum wurde damit für jedes einzelne Mittel genügend auseinandergezogen; es erstreckte sich bei fast allen Untersuchungen vom aus dem Schrifttum her bekannten Grenzwert bis zu Lösungsstufen des 4.negativen logarithmischen Dezimalexponenten.

Für den Versuch, den Chemismus der Stimulationswirkung geringer Giftkonzentrationen zu klären, gelangten 2 in der Pharmazie verwendete sogenannte Chelatbildner zur Anwendung, die metallische Kationen maskieren und aus dem Stoffwechselprozess heraushalten. Es sind dies:

8-Oxy-Chinolin und
Aethylendiaminotetraessigsäure.

Die beiden Mittel wurden in 16 beziehungsweise 15 Doppelstufen, von ihrer höchsten Wasserlöslichkeit ausgehend, verdünnt.

Es wurden folgende Ergebnisse erhalten:

Bei den Versuchen zur Mycelausbreitung in horizontaler und vertikaler Richtung unterliegt Coniophora cerebella bei Anwendung aller Mittel mit Ausnahme des Sublimats einem positiven Vertikal-Chemotropismus, während Poria Vaillantii bei den gleichen Mitteln ausgesprochen horizontal-chemotropisch reagiert. Dabei rufen besonders die starken Konzentrationen fast aller Mittel diesen Effekt hervor.

Die holzzerstörende Tätigkeit beider Versuchspilze wird von allen Mitteln mit Ausnahme des Steinkohlenteeröles bei Poria deutlich stimuliert. Coniophora erwies sich als sehr sublimatempfindlich, bei der Förderung durch die anderen Mittel hingegen Poria in jeder Hinsicht überlegen.

Die in ihren starken Konzentrationen als Gifte bekannten Chelatbildner vermögen gleich den untersuchten Holzschutzmitteln in entsprechenden Verdünnungen eine Pilztätigkeit zu fördern, so dass von ihnen eine biochemische Verwandtschaft mit den letzteren angenommen wird. Das Phänomen der Stimulation scheint somit auf der Wirkung der bei der Dissoziation der verwendeten Holzschutzmittel entstehenden Anionen auf gewisse Fermentgruppen der holzzerstörenden Pilze zu beruhen.

Bei der Untersuchung der Frage, ob bei der Stimulation der Holzzerstörung durch geringe Schutzmittelgaben morphologische Unterschiede bei den Hyphen auftreten, wurde festgestellt, dass alle 6 Holzschutzmittel einen grösseren Durchmesser der im Holz wachsenden Hyphen gegenüber den Kontrollen verursachen. Das von den gleichen Konzentrationen angelockte Luftmycel wurde von den meisten Mitteln ebenfalls in seinem Hyphendurchmesser positiv beeinflusst. Diese Untersuchungen erfolgten nur in den Konzentrationen, die den Holzabbau eindeutig stimulieren.

Die Ausbildung von Fruchtkörpern, die bei einigen Holzschutzmitteln geringer Dosierung beobachtet wurde, war nur dann möglich, wenn die Kontrollklötzchen fehlten. Es wird hier der Vermutung Ausdruck gegeben, dass die nicht durch Schutzmittel maskierten Spurenmetalle der Kontrollklötzchen eine inhibierende Fernwirkung auf die eine Fruktifikation ermöglichenden Fermente ausüben. Eine andere Deutung dieser Erscheinung wird in der schnelleren Verminderung des pH-Wertes bei Abwesenheit der Kontrollen gesehen, da die acidiphilen Pilze nur in mäßig bis stark saurem Medium in der Lage sind, zu fruktifizieren. Die beiden Chelatbildner vermochten indes bei Anwesenheit der Kontrollen eine Fruchtkörperbildung zu fördern.

Ein das Wachstum von Hausbockkäferlarven fördernder Einfluss von schwachen Holzschutzmittelkonzentrationen konnte nicht festgestellt werden. Desgleichen wird die Frassintensität der Termiten-Prüfgemeinschaften nicht stimuliert. Es scheinen aber die unterschwelligen Gaben des Magnesiumsilicofluorids, des Hydrogenfluorids und des Steinkohlenteeröles die Eiablage der Ersatzgeschlechtstiere gegenüber den Kontrollen zu fördern. Wegen des zu geringen Zahlenmaterials müssen jedoch die Ergebnisse als nicht gesichert angesehen werden.

In Anbetracht der Tatsache, dass die Darmprotozoen der Termiten und ihr Verhalten für Beobachtungen über Stoffwechselvorgänge dieser Holzzerstörer von Interesse sind und hier erwartet werden konnte, einen Einfluss der Stimulation zu erkennen, wurden Darmabstriche gemacht, und zwar von Termiten, die in Frasszwangsprüfungen an mit verschiedenen Konzentrationen getränkten Klötzchen gehalten wurden. Es zeigte sich, dass alle unterschwelligen Schutzmittelkonzentrationen eine Volumenvergrösserung der Reticulitermes-Flagellatenart Trichonympha agilis Leidy hervorriefen. Diese Erscheinung wird durch einen verstärkten Zelluloseabbau der Symbionten zu Glucose und deren hygroskopischer Fähigkeit, auf osmotischem Wege Wasser durch das Cytoplasma in die Flagellatenzelle anzusaugen, rein spekulativ erklärt.

Schrifttum

1. Abdel-Malek, A. — Plant hormones (auxins) as a factor in the hatching of Aedes tribittatus (Coquillett) eggs
Ann.Ent.Soc.Amer.41 (1948), S.51

2. Akai, S. und Itoi, S. — Effect of copper sulphate on the growth of the mycelium of Cochliobolus (Ophiobolus) miyabeanus
Repr.from Jubilee Publ.in Commemoriam of the 60th Birthdays of Prof.Tochinai and Prof.Fukushi, March 1955, S.24

3. Bavendamm, W. — Über das Vorkommen und den Nachweis von Oxydasen bei holzzerstörenden Pilzen
Z.Pflanzenkrankh.u.Pflanzensch.38 (1928), S.257

4. Bavendamm, W. — Erkennen, Nachweis und Kultur der holzverfärbenden und holzzersetzenden Pilze
Abderh.Handb.d.biol.Arbeitsmeth.,Abt. XII,Teil 2, Berlin und Wien, 1936, S.927

5. Bavendamm, W. — Die pilzwidrige Wirkung der im Holzschutz benutzten Chemikalien
Mitt.Reichsinst.f.Forst- u.Holzwirtsch. Nr.7 (1948), 14 Seiten

6. Bavendamm, W. — Die Beurteilung der toxischen Wirkung der Holzschutzmittel
Holz a.Roh-u.Werkst.9 (1951), S.101

7. Bavendamm, W. — Holzschädlingstafel: Poria vaporaria (Pers.) Fr.
Holz a.Roh-u.Werkst.10 (1952), S.39

8. Bavendamm, W. — Fungizide Prüfung von Masten-Nachpflegemitteln
Elektrizitätswirtsch.52 (1953a), S.134

9. Bavendamm, W. — Aktuelle Holzschutzprobleme
Holzwirtsch.Jb. 1953b, Stuttgart,S.203

10. Bavendamm, W. — Untersuchungen über die Möglichkeit einer Abkürzung des Klötzchenverfahrens nach DIN 52176 durch Zusatz von Pepton zum Nährboden
Holz a.Roh-u.Werkst.14 (1956), S.181

11. Becker, G. — Zur Ernährungsphysiologie der Hausbockkäferlarven (Hylotrupes bajulus L.)
Naturwiss.26 (1938), S.462

12. Becker, G. — Prüfung der vorbeugenden Wirkung von Holzschutzmitteln gegen Eiablage und Eientwicklung sowie als Berührungs- und Atmungsgift gegen Eilarven des Hausbockes
Holz a.Roh-u.Werkst.4 (1941), S.7

13. Becker, G. — Zur Sinnesphysiologie des Hausbockkäfers
Naturwiss.30 (1942a), S.253

14. Becker, G. — Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Hausbockkäfer-Larven
Z.vergl.Physiol.29 (1942b), S.315

15. Becker, G. — Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzzerstörenden Larven von Anobium punctatum de Geer
Z.Morph.Ök.d.Tiere 39 (1942c), S.98

16. Becker, G. — Sinnesphysiologische Untersuchungen über die Eiablage des Hausbockkäfers
Z.vergl.Physiol.30 (1944), S.253

17. Becker, G. — Über Kastenbildung und Umwelteinfluss bei Termiten
Biol.Zbl.67 (1948), S.407

18. Becker, G. — Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln
Wiss.Abh.Dtsch.Materialprüfungsanst. II (1950), S.40

19. Bellmann, H. — Die fungizide Wirksamkeit des Quecksilberchlorids
Schädlingsbek.42 (1950), S.232

20. Berge, J.van den — Beoordeeling van de waarde van fungicide stoffen voor houtconserveering
Diss. TH Delft, 1934

21. Bernhauer, K., Iglauer, A., Kloblauch, A. und Zippelius, O. — Über die Säurebildung aus Zucker durch Aspergillus niger. VIII.Der Einfluss von Mg auf die Säurebildung
Biochem.Z. 303 (1939), S.300

22. Bertrand, D. und Wolf, A. — Croissance de l'Aspergillus niger en présence de chelateurs
Compt.Rend.Acad.Sci.(Paris) 250 (1960), S.1543

23. Bletchly, J.D. — Soft rot in beech - its influence on furniture beetle attack
Timb.Technol.(Lond.) 67 (1959), S.295

24. Bokorny, Th. — Beobachtungen über Pilze, welche Methylalkohol als C-Quelle verwenden können.
Cbl.Bakt. II 29 (1911), S.176

25. Bokorny, Th. — Organische Kohlenstoffernährung der Pflanzen. Parallele zwischen Pilzen und grünen Pflanzen Cbl.Bakt.II 47 (1917), S.204

26. Bortels, H. — Über die Bedeutung von Eisen, Zink und Kupfer für Mikroorganismen (unter besonderer Berücksichtigung von Aspergillus niger) Biochem.Z. 182 (1927), S.301

27. Bucherer, H. — Über den mikrobiellen Abbau von Giftstoffen. I.Mitt.: Über den mikrobiellen Abbau von Nikotin Cbl.Bakt.II 105 (1942/1943a), S.166

28. Bucherer, H. — Über den mikrobiellen Abbau von Giftstoffen. II.Mitt.: Über den mikrobiellen Nikotinabbau Cbl.Bakt.II 105 (1942/1943b), S.445

29. Buchner, P. — Symbiose und Anpassung Nov.Act.Leopold. N.F. 8 (1940), S.257

30. Burgström, H. — Studies on growth and metabolism of roots. III. The adaption against growth inhibition by aliphatic C_{12} and C_{11} - acids Physiol.Plant 3 (1950), S.175

31. Cartwright, K.S.G. und Findlay, W.P.K. — Decay of timber and its prevention H.M.Stationery Office, London, 1958

32. Chararas, M.C. — Le chimiotropisme chez les Scolytidae et le rôle des substances terpeniques 11.Int.Kongr. Wien, Sekt.8 (Forstent.), 17.bis 25.August 1960

33. Cholodny, N.G. — Volatile organic compounds evolved by living organisms and assimilated by soil microbes Compt.Rend.Acad.Sci. URSS (Moskau) 41 (1943), S.398

34. Cholodny, N.G. — Volatile organic compounds evolved by flowers and leaves as a source of nutriment for microorganisms Compt.Rend.Acad.Sci. URSS (Moskau) 43 (1944), S.71

35. Cochrane, V.W. — Physiology of fungi Wiley & Sons Inc., New York, 1958

36. Currier, H.B. — Effects of toxic compounds: Stimulation, inhibition, injury, and death. in:Handb. d.Pflanzenphysiol.(herausgeg. von W.Ruhland) Bd.II, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1956, S.792

37. Duncan, C.G. — Soil-block and agar-block techniques for evaluation of oil-type wood preservatives: creosote, copper-naphthenate and pentachlorophenol
Spec.Release Div.For.Path.US Dep. Nr.37 (1953), S.39 (Original n.ges., inhaltlich von Frau Dr.G.Theden mitgeteilt)

38. Findlay, W.P.K. — Studies in the physiology of wood-destroying fungi. I.The effect of nitrogen content upon the rate of decay of timber
Ann.Bot.48 (1934), S.109

39. Fries, N. — Nonanal as a growth factor for wood-rotting fungi
Nature (Lond.) 187 (1960), S.166

40. Gantzer, E. — Wirkungen von Cumarin auf Wachstums- und Entwicklungsvorgänge und seine Wanderfähigkeit im Pflanzengewebe
Planta 55 (1960), S.235

41. Gasser, R. — Zur Kenntnis der gemeinen Spinnmilbe Tetranychus urticae Koch. 1.Mitt.: Morphologie, Anatomie, Biologie und Oekologie
Mitt.Schweiz.Ent.Ges.24 (1951),S 217

42. Gassner, G. — Ein einfacher Nachweis der stimulierenden Wirkung von Giften und anderen Stoffen auf die Keimung und Entwicklung von Brandsporen
Zellstimulationsforsch.1 (1925), H.4, S.467

43. Gersonde, M. — Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit verschiedener Stämme von Pilzarten der Gattungen Coniophora, Poria, Merulius und Lentinus. I.Coniophora cerebella (Pers.) Duby
Holzforsch.12 (1958a), S.11 und 73

44. Gersonde, M. — Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit verschiedener Stämme von Pilzarten der Gattungen Coniophora, Poria, Merulius und Lentinus. II.Poria vaporaria Fr. und Poria Vaillantii (D.C.) Fr.
Holzforsch.12 (1958b), S.104

45. Gersonde, M. — Untersuchungen über die Giftempfindlichkeit verschiedener Stämme von Pilzarten der Gattungen Coniophora, Poria, Merulius und Lentinus. III.Merulius lacrymans (Wulf.) Fr. und Merulius silvester Falck.
Holzforsch.12 (1958c), S.167

46. Gersonde, M. und Becker, G. — Prüfung von Holzschutzmitteln für den Hochbau auf Wirksamkeit gegen Pilze an praxisgemässen Holzproben ("Schwammkeller-Versuche")
Holz a.Roh-u.Werkst.16 (1958), S.346

47. Godan, D. — Über den Repellent- und Attraktiveffekt insektizider Pflanzenschutzmittel
Nachrichtenbl.Dtsch.Pflanzenschutzd.10 (1958), S.105

48. Gößwald, K. — Richtlinien zur beschleunigten Heranzucht von Larven des Hausbockes Hylotrupes bajulus L.
Nachrichtenbl.f.d.Dtsch.Pflanzenschutzd.19 (1939), S.17

49. Goetsch, W. — Vitamin T , ein neuartiger Wirkstoff
Österr.Zool.Zschr.I (1946), Wien
(zit.von W.Goetsch, 1950)

50. Goetsch, W. — Entdeckung und Bedeutung des Wirkstoffes T
Rev.Suisse de Zool.56 (1949), S.251

51. Goetsch, W. — Probleme der Fortbildung
Neue Ergebn.u.Probl.d.Zool., Festschr. f.B.Klatt, Geest & Portig, Leipzig, 1950, S.199

52. Grob, H. — Beobachtungen über den Populationsablauf der Spinnmilben in der Westschweiz
Mitt.Schweiz.Ent.Ges.24 (1951), S.263

53. Haehn, H. — Die Biologie der Hefe. in: Handb.d. Pflanzenphysiol.(herausgeg.von W.Ruhland) Bd.XII, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1960, S.747

54. Henderson, F.Y. — Report of the Director of Forest Products Research for the year 1957
Repr.For.Prod.Res.(Lond.) 1957, S.3

55. Hennings, P. — Über die in Gebäuden auftretenden wichtigsten holzbewohnenden Schwämme
Hedwigia 42 (1903), S.178
(zit.von M.Gersonde, 1958b)

56. Hobson, R.P. — On a fat soluble growth factor required by blow-fly larvae. I.Distribution and properties
Biochem.J.29 (1935a), S.1292

57. Hobson, R.P. — On a fat soluble growth factor required by blow-fly larvae. II.Identity of the growth factor with cholesterol
Biochem.J.29 (1935b), S.2023

58. Hof, T.
Het laboratoriumonderzoek naar de beschermende werking von houtconserveringsmiddelen t.o.v. de aantasting door Schimmels
Circulaire 13 Centraal Instituut voor Materiaal Onderzoek, Afdeling Hout, Ser.III Conservering en Veredeling Nr.4 (1950), 17 Seiten

59. Hoog, E.G.van't
Aseptic culture of insects in vitamin research
Zschr.Vitaminforsch.5 (1936), S.118

60. Hungate, R.E.
Mutualism in Protozoa
Annual Rev.Microbiol.4 (1950), S.53

61. Kaiser, R.
Vitamin T
Wien.Tierärztl.Monatsschr. 1949, H.6 (zit.von W.Goetsch, 1950)

62. Kaufert, F. und Schmitz, H.
Studies in wood decay. VI.The effect of arsenic, zinc, and copper on the rate of decay of wood by certain wood-destroying fungi
Phytopathol.27 (1937), S.780

63. Kaufmann, O. und Schuch, K.
Folgerungen aus der Deutschen Hausbockkäferstatistik
Berlin-Dahlem, 1938

64. Knight, S.G. und Frazier, W.C.
The control of contaminents in Penicillin fermentations by antiseptic chemicals
J.Bacteriol.50 (1945), S.505

65. Körting, A.
Biologische Untersuchungen über die Entwicklung von Hylotrupes bajulus L. (Hausbockkäfer)
Mitt.Biol.Bundesanst.f.Land-u.Forstwirtsch., H.96 (1959), 35 Seiten

66. Körting, A.
Neue Erkenntnisse über die vorbeugend-insektizide Dauerwirkung verschiedener Holzschutzmittel
Nachrichtenbl.Dtsch.Pflanzenschutzd.12 (1960), S.115

67. Kollmann, F.
Ergebnisse der Holzforschung in England. Ein Bericht des englischen Holzforschungsinstituts
Holz-Zbl.84 (1958), S.1439

68. Krug, G.
Untersuchungen über Holzschutzmittel und Holztränkung
Diss. TH Berlin, 1940

69. Kurodani, K., Yokogi, K. und Yamamoto, M. — On the effect of 2,4-dichlorophenoxyaceticacid to the mycelial growth of Hypochnus sasakii Shirai Forsch.Pfl.Krankh. (Kyoto) 6 (1959), S.132 aus: Rev.Appl.Mycol.40 (1961), Nr.1, S.46

70. Liese, J. — Verhalten holzzerstörender Pilze gegenüber verschiedenen Holzarten und Giftstoffen Z.angew.Bot.10 (1928), S.156

71. Liese, J. — Beobachtungen über die Biologie holzzerstörender Pilze Z.angew.Bot.13 (1931), S.138

72. Liese, J. — Beurteilung neuerer Fäulnisschutzmittel Mitt.Fachaussch.f.Holzfragen VDI u. DVF Nr.21 (1938), S.95

73. Löcher, F.J. — Der Einfluss von Dichlordiphenyltrichlormethylmethan (DDT) auf einige Tetranychiden (Acari, Tetranychidae) Z.angew.Zool.45 (1958), S.201

74. Loew, O. — Ein Beitrag zur Kenntnis der chemischen Fähigkeiten der Bakterien Cbl.Bakt.12 (1892), S.361

75. Loew, O. — Über Reizmittel des Pflanzenwachstums und dessen praktische Anwendung Landw.Jb.32 (1903), S.437

76. Lohmann, K. — Untersuchungen über die chemische Natur des Koferments der Milchsäurebildung Biochem.Z. 237 (1931a), S.445

77. Lohmann, K. — Der Einfluss des Coferments der Milchsäurebildung auf die Aufspaltung von Kohlehydratphosphorsäureestern im Muskelextrakt Biochem.Z. 241 (1931b), S.50

78. Lohmann, K. — Vergleichende Untersuchungen über das Coferment der Milchsäurebildung und der alkoholischen Gärung Biochem.Z. 241 (1931c), S.67

79. Lohmann, G. — Nährstoffwirkung und Giftwirkung bei Aspergillus niger Arch.Mikrobiol.5 (1934), S.31

80. Lohrmann, W. — Untersuchungen über die antagonistische Wirkung von Magnesium gegenüber Bor und Quecksilber bei einigen Pilzen Arch.Mikrobiol.11 (1940), S.329

81. Lohwig, E. — Über den Einfluss der Kali-Salz-Ionen auf die Mycelentwicklung von Aspergillus niger
Landw.Jb.76 (1932), S.181

82. Madhosingh, C. — Tolerance of some fungi to a water-soluble preservative and its components
For.Prod.J.11 (1961), S.20

83. Meissel, M.N. und Trofimowa, N.P. — The utilization of volatile biocatalytic substances by microorganisms
Compt.Rend.Acad.Sci. URSS (Moskau) 53 (1946), S.573

84. Miyoshi, M. — Über Chemotropismus der Pilze
Bot.Ztg.52 (1894), S.1

85. Müller, K.O. — Untersuchungen zur Entwicklungsphysiologie des Pilzmycels
Beitr.z.allg.Bot.2 (1922), H.3, S.276

86. Niethammer, A. — Die direkte Stimulierung von Wachstumsvorgängen
Zellstimulationsforsch.3 (1927), H.1, S.111

87. Nilsson, R., Alm, F. und Burström, D. — Mangan als Vertreter für Magnesium im Betriebsstoffwechsel und im Baustoffwechsel der Zelle
Arch.Mikrobiol.12 (1942), S.353

88. Noland, J.L. und Baumann, G.A. — Requirement of the german cockroach for chlorine and related compounds
Proc.Soc.Experim.Biol.and Med.70 (1949), S.198

89. Ono, N. — Über die Wachstumsbeschleunigung einiger Algen und Pilze durch chemische Reize
J.Coll.Sci. (Tokyo) 13 (1900), S.141 (zit.von N.Ono, 1902)

90. Ono, N. — Zur Frage der chemischen Reizmittel
Cbl.Bakt.II 9 (1902), S.154

91. Pechmann, H.v. und Wutz, A. — Haben Mineraldüngung und Lupinenanbau einen Einfluss auf die Eigenschaften von Fichten- und Kiefernholz?
Forstwiss.Cbl.79 (1960), S.91

92. Pfeffer, W. — Über locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize
Ber.dtsch.bot.Ges. 1 (1883), S.532

93. Pfeffer, W. — Über Election organischer Nährstoffe
Jb.wiss.Bot. 28 (1895), S.205

94. Pflugfelder, O. — Die Abhängigkeit der Kerngrösse von der Funktion der Zelle
Neue Ergebn.u.Probl.d.Zool., Festschr. f.B.Klatt, Geest & Portig, Leipzig, 1950, S.749

95. Plotho, O. von — Untersuchungen an Proactinomyceten
Arch.Mikrobiol.14 (1948), S.12

96. Portevin, G. — Les grands nécrophages du globe
Lechevalier, Paris, 1926

97. Pringsheim, E.G. — Über den Einfluss der Nährstoffmenge auf die Entwicklung der Pilze
Z.Bot. 6 (1914), S.577

98. Rabanus, A. — Die toximetrische Prüfung von Holzkonservierungsmitteln
Z.angew.Bot.13 (1931), S.352

99. Raulin, J. — Etudes chimiques sur la végétation
Ann.sci.nat.Bot., Ser.V, 11 (1869), S.93

100. Richards, H.M. — Die Beeinflussung des Wachsthums einiger Pilze durch chemische Reize
Jb.wiss.Bot. 30 (1897), S.665

101. Rippel-Baldes, A. — Grundriss der Mikrobiologie
1.Aufl., Springer, Berlin-Göttingen 1947

102. Rippel-Baldes, A. — Grundriss der Mikrobiologie
2.Aufl., Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1952

103. Roberg, M. — Über die Wirkung von Eisen-, Zink- und Kupfersalzen auf Aspergillen
Cbl.Bakt.II 74 (1928), S.333

104. Roeder, K.D. — Insect physiology
Wiley & Sons Inc., New York und Chapman & Hall Ltd., London, 1953

105. Sarma, P.S. — Riboflavin and pyridoxyn (Vitamin B 6) as growth-promoting factors for the rice-moth larvae (Corcyra cephalonica St.)
Indian J.Med.Res.31 (1943), S.165

106. Sarma, P.S. — Egg-white injury (induced biotin deficiency) in rice-moth larvae
Indian J.Med.Res.32 (1944), S.149

107. Schmidt, H. — Studien an darmbewohnenden Flagellaten der Termiten. 2.Mitt.: Holzteilchen als Zelleneinschlüsse und Nahrung bei Trichonympha und Joenia
Z.Parasitenk.17 (1956), S.269

108. Schmidt, H. — Die Lebensgemeinschaft Termiten und Mikroorganismen
Umschau 60 (1960), S.261

109. Schuch, K. — Experimentielle Untersuchungen über den Nahrungswert von Kiefern- und Fichtenholz für die Larven des Hausbockkäfers (Hylotrupes bajulus L.)
Z.Pflanzenkrankh.47 (1937), S.572

110. Schuch, K. — Zur Hausbockkäferbekämpfung
Holz a.Roh-u.Werkst.2 (1939), S.235

111. Schultze-Dewitz, G. — Beobachtungen über die Beständigkeit der Gewichtszunahme beim Wachstum der Larven des Hausbockes (Hylotrupes bajulus L.)
Ber.8.Wandervers.Dtsch.Entomologen, Berlin,1957, S.44

112. Schultze-Dewitz, G. — Termitenresistenzprüfungen an sieben Exotenhölzern
Holz-Zbl.86 (1960a), S.1379

113. Schultze-Dewitz, G. — Vergleichende Untersuchungen der natürlichen Frassresistenz einiger fremdländischer Kernholzarten unter Verwendung von Reticulitermes lucifugus Rossi als Versuchstier
Holzforsch.u.Holzverwert.12 (1960b), S.64

114. Schulz, H. — Über Hefegifte
Pflügers Arch.f.d.ges.Physiol.42 (1888), S.517

115. Schulze, B. — Umfassende Prüfung von Holzschutzmitteln gegen holzzerstörende Pilze und Tiere
Holz a.Roh-u.Werkst.2 (1939), S.99

116. Schulze, B. — Prüfung der pilzwidrigen Wirkung von Holzschutzmitteln
Wiss.Abh.Dtsch.Materialprüfungsanst. I. (1940), H.5, S.10

117. Schulze, B., Theden, G. und Starfinger, K. — Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung der pilzwidrigen Wirksamkeit von Holzschutzmitteln
Wiss.Abh.Dtsch.Materialprüfungsanst. II. (1950), H.7, S.1

118. Söding, H. — Die Wuchsstofflehre. Ergebnisse und Probleme der Wuchsstoff-Forschung
Thieme, Stuttgart, 1952

119. Sprecher, E. — Ein neues Verfahren für mikrobiologische Schnellteste
Naturwiss.46 (1959), S.671

120. Stein, W. — Die Bekämpfung von Raubmilben in Sitotroga-Zuchten durch Anwendung selektiv wirkender Mittel
Z.angew.Ent.47 (1960), S.85

121. Stiles, W. — Essential micro-(trace) elements in: Handb.d.Pflanzenphysiol. (herausgeg. von W.Ruhland) Bd.IV, Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1958, S.558

122. Suolahti, O. — Über eine das Wachstum von Fäulnispilzen beschleunigende chemische Fernwirkung von Holz
21.Publ.d.Staatl.Techn.Forschungsanst., Helsinki, 1951, 95 Seiten

123. Suzuki, S. und Aso, K. — On the physiological action of iodine and fluorine compounds on agricultural plants
Bull.Coll.Agric.(Tokyo) 5 (1903), S.473
(zit. von W.Stiles, 1958)

124. Tarocinski, E. — Aus Forschungsarbeiten über die Bläue von Kiefernholz und ihre Bekämpfung
Vortrag am 26.Oktober 1960 auf der 2.Holzschutztagung der DDR, Dresden (verlesen von Dipl.-Chem. Urbanik und inhaltlich mitgeteilt von Prof.Bavendamm)

125. Trager, W. — The cultivation of a cellulose-digesting flagellate, Trichomonas and of certain other termite protozoa
Biol.Bull.66 (1934), S.182
(zit. von H.Schmidt, 1960)

126. Trager, W. — Biotin and fat soluble materials with biotin activity in the nutrition of mosquito larvae
J.Biol.Chem.176 (1948), S.1211

127. Trager, W. und Subbarow, Y. — The chemical nature of growth factors required by mosquito larvae. I. Riboflavin and Thiamin
Biol.Bull.75 (1938), S.75

128. Vaarana, A. und Tarén, N. — The effect of gibberellic acid and fungi on spore germination and protonema growth in mosses
Bot.Not.(Lund) 112 (1959), S.481

129. Vilee, C.A. und Bissell, H.B. — Nucleid acids as growth factors in Drosophila
J.Biol.Chem.172 (1948), S.59

130. Wagner-Jauregg, Th. — Die neueren biochemischen Erkenntnisse und Probleme der Chemotherapie
Naturwiss.31 (1943), S.335

131. Waterman, H.J. — Folia Microbiologica 1 (1912),S.422 (zit. von W.Lohrmann, 1940 und von A.Rippel-Baldes, 1952)

132. Wazny, J. — Badania nad wartością pH grzybni niektórych grzybów niszczących drewno (Investigations on the pH values of mycelia of some wood destroying fungi) Act.Soc.Bot.Pol.29 (1960), S.315

133. Wazny, J. — Vergleichende Untersuchungen an polnischen, sowjetischen und Normstämmen der bei der Prüfung von Holzschutzmitteln verwendeten Testpilze Holztechnologie 2 (1961), S.69

134. Weiss, F. — Nogle Vandog Kvaelstofbestemmelser i stammer af Fyr og Gran Det forstl.Forsøgsv. 1 (1905), S.113

135. Went, F.W. und Thimann, K.V. — Phytohormones McMillan & Co, New York, 1937

136. Wolkenhauer, W. — Über den Einfluss von Reizstoffen auf das Längenwachstum der Wurzeln Bot.Arch.6 (1924), S.233

137. Wolpert, F.S. — Studies in the physiology of the fungi. XVII. The growth of certain wood-destroying fungi in relation to the H-ion conzentration of the media Ann.Miss.Bot.Gard.11 (1924), S.43 (zit. von W.Bavendamm, 1956)

138. Worsham, A.D., Moreland, D.E. und Klingman, G.C. — Stimulation of Striga asiatica (witchweed) seed germination by 6-substituated purines Science 130 (1959), S.1654

139. Zycha, H. — Der Einfluss stickstoffhaltiger Salze auf die Zerstörung von Bauholz durch Pilze Z.angew.Bot.21 (1939), S.455

140. Zycha, H. — Quantitative Untersuchungen über das Eindringen von Fluorid aus Modellbandagen in den Mast. in: Grundlegende Untersuchungen über den Nachschutz von Holzmasten mit Salzen Mitt.DGfH Nr.42 (1958), S.25

Lebenslauf

Am 19. Juni 1928 wurde ich in Falkensee, Kreis Nauen (Osthavelland) geboren. Von 1934 bis 1947 besuchte ich die Volks- und Oberschule in Crossen an der Oder, Aue in Sachsen und Falkensee. Meine Schulzeit wurde durch 16 Monate Militärdienstzeit unterbrochen, und ich legte im Juli 1947 an der Oberschule Falkensee meine Reifeprüfung ab. Nach einem einjährigen Praktikum als Waldarbeiter begann ich 1948 an der Forstwirtschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität Berlin mein Studium und erwarb 1952 nach 8 Semestern den akademischen Grad eines Diplom-Forstwirtes.

Von 1952 bis 1957 arbeitete ich als wissenschaftlicher Assistent im Institut für physikalische Holztechnologie Eberswalde der Humboldt-Universität Berlin und im Anschluss daran 1958 für 5 Monate als wissenschaftlicher Angestellter im Institut für Forstpflanzenkrankheiten Hann. Münden der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Braunschweig. Seit Oktober 1958 bin ich als freier Mitarbeiter in der Abteilung Holzpathologie und Holzschutz des Institutes für Biologie des Holzes der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Reinbek tätig. Während dieser Zeit belegte ich für 3 Semester einige Vorlesungen und Übungen an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Hamburg.

Auf Grund einer Namensänderungsurkunde vom 12.11.1954 führe ich meinen heutigen Familiennamen.